

**Processos d'obtenció, transformació i ús de la
fusta en l'assentament neolític antic de la Draga
(5320-4800 cal BC)**

JOSEP ORIOL LÓPEZ i BULTÓ

Tesi doctoral dirigida pels doctors:

Raquel Piqué i Huerta (Universitat Autònoma de Barcelona)

Ignacio Clemente Conte (Institució Milà i Fontanals – CSIC)

Antoni Palomo Pérez (Universitat Autònoma de Barcelona)

Doctorat en Arqueologia Prehistòrica

Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona

2015

La realització d'aquesta tesi doctoral ha estat possible gràcies al suport del grup de recerca AGREST (SGR). Aquest treball s'ha desenvolupat dins dels projectes "*Las ocupaciones lacustres y la gestión de los recursos entre las primeras sociedades agrícolas y ganaderas del noreste peninsular: estrategias agroforestales y ganaderas*" (HAR2009-13494-C02-01) i "*Organización social de las primeras comunidades agrícola-ganaderas a partir del espacio doméstico: arquitectura en madera y áreas de procesado y consumo de alimentos*" (HAR2012-38838-C02-02) finançats pel Ministerio de Ciencia e Innovación.

Agraïments

Tanta i tanta gent em passa pel cap en un moment com aquest. Són moltes les persones que han fet possible aquest treball, gent d'àmbits molts diferents que sense el seu suport mai hagués pogut arribar fins a aquest punt. Com que segurament m'acabaré deixant a algú, m'agradaria donar les gràcies a tots els que heu estat durant aquests anys al meu costat i m'heu empès a tirar endavant aquest projecte. Però hi ha tot un seguit de persones que han estat fonamentals per mi i no volia deixar d'anomenar-los.

En primer lloc el meu agraïment més sincer és per la Raquel Piqué. Encara recordo perfectament aquell dia d'octubre de 2007, sortint d'una classe d'Arqueobotànica del Màster d'Arqueologia Prehistòrica, quan vaig anar cap al seu despatx i em va proposar fer el Treball Final de Màster sobre els pals cavadors de la Draga. En aquell moment no era gens conscient del camí que encetava, que marcaria els propers anys de la meva vida. Des de llavors ha passat molt de temps i aquest camí ha estat llarg i dur, però la Raquel ha estat sempre un referent i una guia essencial sense qui aquest treball ni tant sols s'hagués pogut iniciar. M'agradaria donar-li les gràcies sobretot per la confiança dipositada en mi, per la seva paciència, per treure temps d'on no n'hi havia i, en definitiva, per haver-me acompanyat durant aquest procés de creixement no només professional.

Indispensable també ha estat per aquesta tesi la direcció del Nacho i del Toni. Treballar amb vosaltres ha estat essencial per a poder desenvolupar dos dels pilars d'aquest treball, la traceologia i l'experimentació. Moltes gràcies pels vostres consells, aportacions i millores constants en el desenvolupament de la tesi. L'aprenentatge al vostre costat ha estat un plaer.

Gràcies a tot l'equip d'excavació de la Draga: Raquel, Toni, Xavi, Maria, Irene, Igor, Rafa, Jordi, Sue, Anna... És un privilegi poder investigar un jaciment tant excepcional i fer-ho envoltat de grans arqueòlegs que contínuament m'han ensenyat i ajudat. I un especial agraïment també als companys de vivències del pis "paterna" de Banyoles. I en un moment com aquest no em voldria oblidar de tots els estudiants i voluntaris que han deixat hores i hores en els incòmodes taulons sobre el fustam de la Draga.

Durant aquests anys de feina els companys de laboratori, Màster i Doctorat heu estat per a mi un recolzament molt important. Les circumstàncies ens han portat a veure'ns menys del que m'agradaria amb molts de vosaltres, però tots heu estat molt presents en el meu dia a dia. Gràcies Elena, Ache, Celma, Silvia, Camila, Laura i Manuela.

Ferran i Marian, moltes gràcies. Per mi heu estat com dos tutors més de la tesi, heu estat dos guies sense els quals fa temps m'hagués perdut. Gràcies per estar al meu costat quan les coses no m'han anat bé i per confiar en mi passi el que passi. Tot i que sempre us trobo a l'altra banda del mail, se us troba molt a faltar.

A nivell personal se m'acut demanar perdó i agrair al mateix temps a la meva família i amics per últimament haver-los deixat una mica de banda, per la seva paciència, pel seu interès i per haver-me aguantat els mals humors quan les coses no anaven bé. La meva família és molt

nombrosa i no acabaria mai si els hagués de citar a tots, però en especial vull donar les gràcies als meus pares, la Pilar i en Joan i a la meva germana Núria.

I sobretot m'agradaria donar les gràcies a qui més ho ha patit tot plegat, a tu Núria. Només tu saps el que m'ha i ens ha costat. Gràcies per patir tots els meus mals moments i desànims, i sempre fer-me costat. Gràcies!

Índex

	Pàg.
1 - Introducció	13
1.1 – Les evidències prehistòriques de materials llenyosos	14
1.2 - Objectius: el procés de producció i consum de la fusta	17
1.3 - La Draga	22
1.3.1 - Estratigrafia	25
1.3.2 - Cronologia	28
1.3.3 - Estructura de l'assentament	29
1.3.4 – Paleoecologia i paleoeconomia	29
1.3.5 – Les eines de fusta	30
2 - Material i mètodes	35
2.1 - Materials	35
2.1.1 - Fustes informes	35
- Naturalesa dels materials	35
- Objectius de l'anàlisi	35
2.1.2 - Restes de talla	36
- Naturalesa dels materials	36
- Objectius de l'anàlisi	36
2.1.3 - Fustes arquitectòniques	36
- Naturalesa dels materials	36
- Objectius de l'anàlisi	37
- Nombre de restes analitzades i procedència dels materials	37
2.1.4 - Eines	38
- Naturalesa dels materials	38
- Objectius de l'anàlisi	38
- Nombre de restes analitzades i procedència dels materials	39
2.2 - Mètodes	42
2.2.1 - Excavació	42
2.2.2 - Metodologia de recuperació i mostreig de camp	43
- Fustes arquitectòniques	44
- Eines	44
- Restes de talla	45
- Fustes informes	45
2.2.3 – Registre de camp	45
2.2.3.1 - Fitxes de registre	46
2.2.3.1.1 - Fitxes de camp	46
- Fitxa per a eines, restes de talla i fustes horitzontals	46
- Fitxa de camp per als pals verticals	50
- Fitxa per a les fustes informes	51
2.2.3.1.2 - Fitxa de laboratori	51
2.2.3.2 - Registre fotogramètric	52
2.2.3.3 - Registre topogràfic	52
2.2.4 – Mostreig al laboratori	53
2.2.5 – Tractament dels materials durant l'excavació i l'estudi	54
2.2.6 – Anàlisi	55
2.2.6.1 - Anàlisi morfològica	55
2.2.6.1.1 - Eines	56
2.2.6.1.2 - Fustes arquitectòniques	57

- Tipus de secció	57
- Forma de l'extrem apuntat	60
- Mides	61
- Forma de l'artefacte	62
- Presència o absència de branques	63
2.2.6.1.3 - Restes de talla o residus	64
2.2.6.2 – Anàlisi de traces: experimentació i metodologia	64
2.2.6.2.1 – Plantejament de l'experimentació dels processos de producció	67
2.2.6.2.2 - Plantejament de l'experimentació d'ús dels pals apuntats	67
2.2.6.2.3 – Metodologia d'estudi dels materials experimentals	68
2.2.6.2.3.1 - Digitalització i generació de models 3D	68
- Sistema d'adquisició de dades	70
- Preparació dels materials i de l'espai de treball	71
- Adquisició de dades 3D	71
- Processat de les dades digitals i generació del model final	72
- Anàlisi dels models 3D	73
2.2.6.2.4 – Materials arqueològics analitzats a nivell funcional i particularitats metodològiques	73
2.2.6.3 - Anàlisi espacial	74
2.2.6.4 - Anàlisi dendrològica	76
2.2.6.4.1 - Determinació taxonòmica	79
2.2.6.4.2 - Determinació de l'edat mínima dels individus	79
2.2.6.4.3 - Determinació de l'estació de talla	80
2.2.6.4.4 - Determinació de la situació en el tronc original	80
2.2.6.4.5 - Determinació del diàmetre del tronc original	81
2.2.6.4.6 - Alteracions de l'anatomia	81
2.2.6.4.6.1 - Alteracions produïdes durant la vida de la fusta	82
2.2.6.4.6.2 - Alteracions postdeposicionals	85
2.2.6.4.7 - Dendrocronologia	87
2.2.6.5 - Quantificació/anàlisi estadística	88
3 - Resultats i discussió	89
3.1 - Presentació dels resultats	89
3.1.1 - Eines	89
3.1.1.1 – Eines de les campanyes 2010-2012	89
3.1.1.1.1 - Distribució	100
3.1.1.1.2 - Anàlisi taxonòmica	101
3.1.1.1.3 - Anàlisi morfològica	102
3.1.1.2 - Anàlisi de les traces funcionals i tecnològiques dels pals apuntats de les campanyes 1991-2005	103
3.1.1.2.1 - Experimentació sobre els processos de producció i ús dels pals apuntats	103
3.1.1.2.1.1 - Experimentació dels processos de producció	103
3.1.1.2.1.2 - Experimentació sobre l'ús dels pals apuntats per remoure matriu sedimentària de duresa mitjana	108
3.1.1.2.1.3 - Experimentació sobre l'ús dels pals apuntats per excavar sediments de matriu compacta	111
3.1.1.2.1.4 - Experimentació sobre l'ús dels pals apuntats per remoure matriu sedimentària tova	113
3.1.1.2.2 - Anàlisi de les traces tecnològiques dels pals apuntats de la Draga	113
3.1.1.2.2.1 - Facetes d'esberlat	114
3.1.1.2.2.1.1 - Resultats experimentals	114
3.1.1.2.2.1.2 - Resultats arqueològics	116

3.1.1.2.2.2 - Signatura (estries tecnològiques)	144
3.1.1.2.2.2.1 - Resultats experimentals	147
3.1.1.2.2.2.2 - Resultats arqueològics	168
3.1.1.2.3 - Anàlisi de les traces funcionals dels pals apuntats de la Draga	172
3.1.1.2.3.1 - Fractura	172
3.1.1.2.3.1.1 - Resultats arqueològics	172
3.1.1.2.3.2 - Oscala/escantell	174
3.1.1.2.3.2.1 - Resultats experimentals	174
3.1.1.2.3.2.2 - Resultats arqueològics	174
3.1.1.2.3.3 - Aixafament	175
3.1.1.2.3.3.1 - Resultats experimentals	175
3.1.1.2.3.3.2 - Resultats arqueològics	176
3.1.1.2.3.4 - Erosió	177
3.1.1.2.3.4.1 - Mides	177
3.1.1.2.3.4.1.1 - Càlcul del marge d'error de la metodologia utilitzada	178
3.1.1.2.3.4.1.2 - Càlcul de la massa de fusta perduda durant els processos experimentals d'ús	191
3.1.1.2.3.4.2 - Forma	210
3.1.1.2.3.4.2.1 - Resultats experimentals	210
3.1.1.2.3.4.2.2 - Resultats arqueològics	217
3.1.1.2.3.5 - Estries	228
3.1.1.2.3.5.1 - Resultats experimentals	228
3.1.1.2.3.5.1.1 - Mides	228
3.1.1.2.3.5.1.2 - Forma	240
3.1.1.2.3.5.1.3 - Localització	242
3.1.1.2.3.5.2 - Resultats arqueològics	244
3.1.1.2.3.5.2.1 - Mides	245
3.1.1.2.3.5.2.2 - Localització	252
3.1.1.2.3.6 - Polits	254
3.1.1.2.3.6.1 - Resultats experimentals	255
3.1.1.2.3.6.2 - Resultats arqueològics	268
3.1.2 - Fustes arquitectòniques	275
3.1.2.1 - Pals verticals	275
3.1.2.1.1 - Matèries primeres	275
3.1.2.1.2 - Morfologia	276
3.1.2.1.2.1 - Els diàmetres	277
3.1.2.1.2.2 - El tipus de suport	281
3.1.2.1.2.3 - Morfologia segons la secció longitudinal	282
3.1.2.1.2.4 - Morfologia de les puntes	286
3.1.2.1.2.5 - Diàmetre original mínim	287
3.1.2.1.3 - Dendrologia	287
3.1.2.1.3.1 - Nombre d'anells	287
3.1.2.1.3.2 - Estació de tala	289
3.1.2.1.3.3 - Alteracions de la fusta	289
3.1.2.1.4 - Distribució	290
3.1.2.2 - Fustes horitzontals	291
3.1.2.2.1 - Matèries primeres	291
3.1.2.2.2 - Morfologia	291
3.1.2.2.2.1 - Diàmetre	291
3.1.2.2.2.2 - Llargada	293
3.1.2.2.2.3 - Tipus de suport a partir de la forma de la secció transversal	296

3.1.2.2.2.4 - La forma segons la secció longitudinal	298
3.1.2.2.2.5 - Diàmetre original mínim	300
3.1.2.2.3 - Dendrologia	301
3.1.2.2.3.1 - Nombre d'anells	302
3.1.2.2.3.2 - Estació de tala	303
3.1.2.2.3.3 - Alteracions de la fusta	304
3.1.2.2.4 - Distribució	305
3.1.3 - Residus o restes de talla	305
3.1.3.1 - Matèries primeres	306
3.1.3.2 - Morfologia	306
3.1.3.3 - Distribució	307
3.1.4 - Fustes informes	308
3.1.4.1 - Matèries primeres	308
3.1.4.2 - Morfologia	311
3.1.4.3 - Dendrologia	316
3.1.4.3.1 - Nombre d'anells	316
3.1.4.3.2 - Estació de tala	321
3.1.4.3.3 - Situació en el tronc original	322
3.1.4.3.4 - Alteracions de la fusta	324
3.1.4.4 - Distribució	325
3.2 - La gestió de la fusta a la Draga	328
3.2.1 - Processos d'obtenció de la matèria primera	328
- <i>Acer</i> sp.	329
- <i>Arbutus unedo</i>	330
- <i>Buxus sempervirens</i>	332
- <i>Carex</i> sp. / <i>Juncus</i> sp.	334
- <i>Clematis</i> sp.	334
- Compositeae cf. <i>Inula</i>	334
- <i>Cornus sanguínea</i>	335
- <i>Corylus avellana</i>	336
- <i>Juniperus</i> sp.	338
- <i>Laurus nobilis</i>	339
- Leguminoseae	341
- <i>Pinus</i> sp.	341
- <i>Populus</i> sp.	342
- <i>Quercus ilex/coccifera</i>	343
- <i>Quercus</i> sp. caducifoli	344
- Rosaceae/Maloideae	349
- Rosaceae/Rosoideae	350
- <i>Rubus</i> sp.	351
- <i>Salix</i> sp.	351
- <i>Sambucus</i> sp.	352
- <i>Taxus baccata</i>	353
- <i>Tilia</i> sp.	355
- <i>Vitis vinifera</i>	355
- Monocotiledonia ND	356
- D'altres taxons llenyosos	356
- Discussió general	359
3.2.2 - Processos de transformació	363
3.2.2.1 - Eines	363
3.2.2.1.1 - Eines de les campanyes 1991-2005	363
3.2.2.1.2 - Eines de les campanyes 2010-2012	368

3.2.2.1.3 – Processos d'elaboració i transformació de les eines de fusta de la Draga	374
3.2.2.2 - Fustes arquitectòniques	380
3.2.2.2.1 - Fustes horitzontals	380
3.2.2.2.2 - Pals verticals	382
3.2.2.3 - Residus o restes de talla	387
3.2.2.4 - Discussió general	388
3.2.3 - Processos d'ús i consum	390
3.2.3.1 – Eines	390
3.2.3.1.1 - Eines de les campanyes 1991-2005	390
3.2.3.1.2 – Pals apuntats de les campanyes 2010-2012	403
3.2.3.1.3 – Pala, arc i tija de sajeta de les campanyes 2010-2012	406
3.2.3.2 - Fustes arquitectòniques	411
3.2.3.2.1 - Fustes horitzontals	411
3.2.3.2.2 - Pals verticals	418
3.2.3.2.3 – Discussió dels processos d'ús i consum de les fustes horitzontals i pals verticals	425
4 – Conclusions	427
Bibliografia	435
Annex 1: Obtenció de la signatura dels pals apuntats experimentals i arqueològics	463
Annex 2: Obtenció de les mesures dels pals apuntats experimentals	519
Annex 3: Presentació dels taxons	557
Annex 4: Plantes de distribució de pals verticals i fustes horitzontals	573
Índex de figures	583

1- Introducció

La fusta probablement va ser la matèria primera més utilitzada en la Prehistòria malgrat les escasses evidències que han arribat als nostres dies, en comparació amb altres materials arqueològics. A causa d'aquesta carència en el registre, la documentació etnogràfica i etnoarqueològica sobre societats caçadores-recol·lectores o pageses modernes s'ha convertit durant molt de temps en un referent per comprendre la importància d'aquest tipus de matèria primera. L'àmplia documentació etnogràfica existent sobre societats caçadores-recol·lectores o agricultores i ramaderes modernes també mostra la gran quantitat i diversitat d'artefactes elaborats a partir de fusta que aquestes societats utilitzen en les seves activitats productives. En aquestes societats la fusta està àmpliament documentada per produir instruments (Oswalt 1973; Piqué 2006), per produir energia (Heizer 1963; Piqué 1999; Picornell 2009; Peña Chocarro et al. 2000), a més de construcció d'estructures i mitjans de transport (Piqué et al. en premsa). Generalment, en aquestes acostumen a ser més abundants els béns fabricats amb matèria orgànica (fusta) que els fabricats amb d'altres matèries. Autors com Clarke (1968), Soffer (Soffer et al. 2001) o Purdy (1988), a través de l'etnografia, consideren que en un jaciment sec es conserven fins a un 15% de la totalitat dels materials utilitzats pels seus habitants, mentre que la matèria orgànica arqueològica potencialment pot arribar a ser d'un 85-90% del nombre total d'elements utilitzats.

Sobre la importància de la fusta, més enllà de les evidències etnogràfiques i etnoarqueològiques, es troben altres elements que són característics d'aquest tipus de material que també fan pensar en el paper destacat que podria haver jugat durant la Prehistòria. Aquestes característiques a destacar són:

- Presència en tot tipus d'ambient: des dels desèrtics i àrtics fins a les selves tropicals.
- Facilitat d'obtenció i transformació: sense la necessitat de desenvolupar cap tipus de tecnologia o amb una tecnologia molt bàsica es pot aconseguir i transformar en múltiples i variats objectes.
- Ampli ventall de qualitats físiques: segons l'espècie i situació dintre la planta d'origen ens permet aconseguir des de fustes de molta duresa a fustes flexibles i elàstiques. Aquest ampli ventall de propietats físiques la converteixen en una matèria prima que es pot utilitzar per a finalitats molt diverses, des de la producció de combustible fins a la producció de béns.
- Durabilitat: és relativament duradora, té una vida curta en escala arqueològica però llarga en relació a la vida humana.

Totes aquestes propietats fan de la fusta un material que amb tota seguretat va ser utilitzat de forma recurrent durant la Prehistòria: per a tot tipus de societats, en tot tipus de contextos, i afectant d'una forma generalitzada a tots els àmbits econòmics i socials. La fusta és, per tant, un material excepcional per endinsar-nos en l'estudi de múltiples i variats aspectes de les societats passades.

Malgrat les extenses evidències del seu ús en temps moderns, els materials no orgànics dominen el registre arqueològic i, per tant, aquests han estat el principal objecte d'estudi en la investigació arqueològica. Donada la naturalesa orgànica i per tant perible de la fusta, la recerca sobre els processos d'obtenció, de producció i ús dels béns manufacturats amb aquest tipus de matèria sempre ha quedat infrarepresentada en la recerca. Tot i això, la matèria orgànica sobreviu en unes

condicions ambientals determinades. En la majoria de contextos arqueològics la preservació de macrorestes vegetals, en general, i de materials llenyosos, en concret, tant sols es produeix a causa de la carbonització. Excepcionalment les restes vegetals en forma orgànica (és a dir, no carbonitzades) es conserven també per congelació, assecament, saturació en humitat o per contacte amb determinats elements com la sal o metalls (Renfrew & Bahn 1998). El cas de la fusta saturada en humitat és el què ens ocupa en el nostre cas d'estudi i és una de les excepcions més espectaculars de preservació de la matèria orgànica; per la seva viscositat i per l'enorme ventall de possibilitats d'adquirir coneixement científic que suposa.

La conservació de la matèria orgànica en aquestes condicions es produeix perquè aquesta saturació en aigua fa que hi hagi poca oxigenació en el medi, quedant inhibida l'acció de bacteries i fongs i, per tant, alentint o aturant per complert aquesta degradació (Lionetto et al. 2014; Björdal 2012; Klaassen 2014; Tamburini et al. 2014; Macchioni et al. 2013; Babinski et al. 2014; Brothwell & Pollard 2005).

Les troballes arqueològiques de materials llenyosos en medis humits es documenten des de mitjans del s. XIX quan apareixen els primers palafits de l'àrea alpina (Petrequin & Petrequin 1988). Des de llavors són nombrosos els jaciments d'aquesta regió però també d'altres àrees del món que han proporcionat extraordinaris exemples de conservació de matèria orgànica saturada en aigua, principalment en entorns lacustres i torberes dels Alps i Centre Europa, o la Gran Bretanya i la Península Escandinava (Somerset Levels, Cortaillod, Chalain, Clairvaux, Thayngen-Weies, Egozswil, Arbon Bleiche, Oldenburger Graben, Ertebølle Culture,...). Aquests jaciments han obert extraordinàries possibilitats de recerca a partir dels elements de naturalesa perible.

La fusta en la investigació arqueològica cada vegada és menys una raresa per convertir-se en una gran oportunitat per adquirir coneixement de les societats passades. Això és així gràcies a que el desenvolupament de la disciplina arqueològica ha portat, també, a l'exploració sistemàtica de nous terrenys (marges de llacs, lleres dels rius, bases d'antics glaciers...) on aquesta matèria primera es pot conservar. Així mateix, l'aplicació en l'arqueologia de metodologies desenvolupades per a altres ciències ha permès extreure el màxim profit dels nous materials estudiats.

1.1 - Les evidències prehistòriques de materials llenyosos

Les primeres evidències d'utilització de la fusta entre societats humanes ens arriben de forma indirecta a través de l'anàlisi funcional d'eines lítiques des del Paleolític Inferior: Swanscombe a Sudàfrica (Keeley 1980), Koobi Fora a Kènia (Keeley & Toth 1981) Olduvai a Tanzània (Sussman 1985) i Carrières Thomas a Marroc (Beyriès & Roche 1982). A la Península Ibèrica també tenim evidències indirectes de treball de la fusta a Atapuerca, Burgos (Ollé 1996; Márquez 1998; Carbonell et al. 1999). Malgrat tot, cal tenir en compte que generalment els estudis funcionals es centren en certes categories d'instruments i es desestimen altres de potencials com poden ser ascles i fragments d'ascles no configurades mitjançant el retoc que sovint són els estris emprats en la transformació de la fusta (Palomo 2012).

Per aquestes fases de la història de la humanitat és més excepcional la troballa de la fusta en estat orgànic, però malgrat tot és precisament al continent europeu on trobem alguna important excepció de conservació directa: Clacton-on-Sea, Anglaterra (Warren 1911), i Schoningen, Alemanya (Thieme

1997), i amb cronologia més recent però encara en el Paleolític Inferior Lehringen a Alemanya (Perlès 1977; Thieme 1997). Aquestes són també les evidències arqueològiques, ja siguin directes o indirectes, de fustes més antigues del nostre continent. Fora d'Europa altres casos de conservació directa de la fusta també durant el Paleolític Inferior són Florisbad a Sudàfrica (Clark 1959; Bamford & Henderson 2003) i Kalambo Falls a Zàmbia (Clark 2001). Tots aquests casos d'evidències directes durant el Paleolític Inferior són troballes puntuals. Presenten diferents graus d'elaboració, des de petits fragments de fusta carbonitzada fins a pals apuntats i llances. En la Península Ibèrica tenim pocs jaciments amb restes de fusta conservada per aquestes cronologies i, generalment, costa distingir-ne la factura humana (Buxó & Piqué 2008). Les restes de fusta orgànica localitzades al jaciment arqueològic de Torralba a Sòria (Biberson 1964; Freeman 1975) tenen un origen dubtós (Buxó & Piqué 2008).

Durant el Paleolític Mitjà al NE de la Península Ibèrica destaca el jaciment de l'Abri Romani (Carbonell & Castro-Curel 1992; Castro-Curel & Carbonell 1995; Allué 2002; Pastó et al. 2000; Vallverdú et al. 2010) on es documenten negatius de fusta en els travertins i artefactes carbonitzats, a més de nombroses evidències indirectes aportades a partir de l'anàlisi traceològica. Ja en el Paleolític Superior alguns dels jaciments més interessants per la bona conservació és Ohalo II a Israel (Nadel et al. 2006) o Stellmoor a Alemanya (Rust 1943; Insulander 1999) per citar els exemples més importants a nivell europeu o mediterrani. D'altres jaciments d'aquest període, però amb evidències indirectes de l'aprofitament de la fusta són Cueva Morín a Cantabria (Freeman & González Echegaray 1970), Molodova a Ucraïna (Klein 1974), Lascaux a França (Delluc & Delluc 1979).

Durant el Mesolític s'inicia a les regions més septentrionals d'Europa l'ocupació gradual de regions humides (Menotti 2012). Un fenomen que arribarà al seu màxim exponent durant l'Edat del Bronze a la zona alpina. Aquest tipus d'ocupacions afavoreixen la conservació de gran quantitat d'artefactes de fusta amb un estat de preservació amarat en aigua en molt bones condicions. Alguns dels exemples més importants pel que fa a la quantitat i qualitat dels elements de fusta excavats d'aquestes ocupacions mesolítiques al nord d'Europa són: els jaciments de l'anomenada cultura Ertebølle a Dinamarca i nord d'Alemanya (Price et al. 2001; Rieck 2003; Lübke 2005; Labes 2005; Andersen 1985, 2011; Engen & Spikins 2007), jaciments a les illes britàniques com Star Carr (Clark 1954; Coles & Coles 1996) o Kinale II (Fredengren 2002, 2004, 2007), així com a la part superior del riu Volga a Rússia, on destaquen els jaciments de l'horitzó Butovo, com ara Vis I o Zamostje 2 (Lozovski & Ramseyer 1995, 1998, Burov 1989, 1998; Lozovski et al. 2013). En aquests jaciments trobem objectes i artefactes de fusta de tota mena (des d'eines simples a elements arquitectònics i eines compostes) relacionades amb usos i funcions molt diversos: armes per a la cacera, recol·lecció, construcció, artefactes amb finalitats ornamentals o rituals, navegació, pesca i per a ús domèstic. En la majoria dels casos aquestes funcions, però, vénen inferides a partir de l'etnografia i/o actualismes.

El Mesolític a la Península Ibèrica, en canvi, tant sols ha proporcionat evidències indirectes del treball de la fusta, altra vegada a través d'evidències indirectes, en aquest cas de l'anàlisi traceològica. Alguns exemples de jaciments on s'ha pogut documentar aquest ús són els jaciments de Laminak II, Santa Catalina o Berniollo al País Basc (González Urquijo & Ibañez 1993, Ibañez & González Urquijo 1996).

L'estudi de les fustes en la majoria d'aquests jaciments s'ha centrat en determinar les espècies emprades en la seva manufactura. En molts casos, però, també s'ha abordat l'estudi dels processos

de producció, a tall d'exemple podem citar el treball sobre les llances de Schoningen (Thieme 1997) o el treball realitzat sobre el conjunt de Zamostje 2 (Lozovski et al. 2013) que ha permès documentar la manera com van ser elaborades aquestes eines. Els estudis traceològics dels objectes de fusta per a investigar el procés de producció o d'ús d'aquests artefactes són molt pocs: a l'Abric Romaní s'han detectat i analitzat facetes de desbastat a partir dels negatius de la fusta (Carbonell & Castro-Cruell 1992), a Ohalo II s'hi ha documentat i estudiat incisions i facetes de desbastat (Nadel et al. 2006), a Zamostje 2 s'ha estudiat les traces de mandíbula de castor (Lozovski et al. 2013), i a les llances de Schoningen s'ha identificat superfície polida (Thieme 1997).

Durant el Neolític Antic, la dinàmica d'ocupació de regions humides ja la trobem més o menys generalitzada a tot Europa i, especialment, a la regió mediterrània (Menotti & O'Sullivan 2013). Bon exemple d'això n'és el descobriment de tres jaciments lacustres arqueològics en tres zones geogràfiques amb molt poca tradició, tant pel que fa a aquest tipus de jaciments com en la conservació de fusta saturada en aigua. Aquests jaciments són Dispilio (5300-3500 cal BC) al llac Kastoria a Grècia (Hourmouziades 1996), La Marmotta (5500-5200 cal BC) al llac Bracciano a Itàlia (Fugazzola 1995), o el que serà centre de la nostra investigació, la Draga (5324-4800 cal BC) a l'Estany de Banyoles (Bosch et al. 2000, 2006a, 2011). Més enllà d'alguns exemples puntuals, no serà fins al Neolític Mitjà que aquests tipus de poblats i, el que ens interessa especialment, la conservació de fusta amarades en aigua, es generalitzen amb força a la zona alpina. Alguns dels exemples més importants són els jaciments de Cortaillod (Arnold 1986, 1990), Chalain i Clairvaux (Pétrequin & Pétrequin 1988a), Charavines (Bocquet 1990; Bocquet & Huot 1994; Bocquet et al. 1987), Thayngen-Weies (Guyan 1966; Winiger 1971; De Capitani & Schaeren 2004) o Egolzwil (Vogt 1951; Wyss 1973, 1976). És a partir de l'estudi dels materials lignis d'aquests jaciments que en la recerca arqueològica centre-europea prenen força els estudis sobre gestió forestal (Buxó & Piqué 2008; Billamboz 1992; Gassmann et al. 2006).

A partir d'aquest moment aquest tipus d'ocupacions en els llacs alpins seran el tipus d'ocupació principal al territori. No serà fins als períodes històrics que aquests tipus de jaciments es canvien per altres formes d'ocupacions (Menotti 2012) que no afavoreixen tant la conservació de la fusta orgànica.

Pel que fa a la Península Ibèrica, més enllà del jaciment de la Draga, les evidències directes d'utilització de fusta durant el Neolític Peninsular són escasses i es poden resumir en dos jaciments més. Es tracta de: la Cueva de los Murcièlagos a Granada (Góngora 1868; Alfaro 1980) i la Cueva de los Blanquizares de Lebor (Cuadrado Ruiz 1930; Castro Cured 1988). Tant en un cas com en l'altre es tracta d'elements de fusta aïllats (cistelleria, una pinta i un mànec de destreal) en un context funerari on la fusta s'ha conservat per dessecació. L'anàlisi traceològica dels instruments lítics segueix sent un recurs important com a evidència indirecta de l'ús de la fusta. Un bon exemple en aquest sentit és l'anàlisi traceològica duta a terme amb les eines lítiques d'un jaciment molt pròxim a la Draga, Cova 120 (Terradas & Clemente 2011).

El tipus d'artefactes que trobem en els jaciments d'aquestes primeres societats agrícoles són els que ja trobàvem en períodes anteriors (artefactes per a la caça, la recol·lecció, la navegació, la pesca, la construcció, el treball forestal o l'ús domèstic), als que se'ls hi ha de sumar els artefactes d'ús agrícola i ramader, com ara els mànecs de falç i mànecs d'aixa o destreal, pals apuntats i contenidors.

A finals del Neolític i inicis del Calcolític nivell europeu, les ocupacions de les zones humides i, per tant, la conservació de fusta amarada en aigua es generalitza més enllà de la regió Mediterrània. Mentrestant a la Península Ibèrica els jaciments on es conserva fusta no carbonitzada augmenten, encara que segueixen sent més o menys esporàdics. Els exemples més destacables per la qualitat de les restes recuperades són la Cueva Sagrada a Múrcia (Ayala 1987), Tres Montes de las Bardenas Reales a Navarra (Carrión 2003), Castellón Alto a Granada (Molina et al. 2003; Rodríguez Ariza 1996), Can Martorellet a Mallorca (Piqué & Noguera 2002), les coves menorquines des Mussol a Menorca (Piqué 1999a), des Càrritx (Piqué 1999b; Piqué & Noguera 2002) i des Pas (VV.AA. 2007), Coimbra del Barranco Ancho a Múrcia (García Cano 1999), El Amarejo a Albacete (Broncano 1989) o Cabezo del tío Pío a Murcia (Broncano 1989).

De forma general podem dir que, si a nivell europeu els estudis de fusta orgànica durant la Prehistòria, tot i no ser majoritaris, sí que són habituals, a nivell peninsular són més puntuals. En la Península Ibèrica la conservació d'artefactes de fusta és poc habitual, cosa que ha fet que, quan aquests es poden recuperar, generalment, no s'estudiïn més enllà que des d'una perspectiva formal, sent així pocs els estudis de matèries primeres i encara menys els de la tecnologia utilitzada en la seva fabricació (Buxó & Piqué 2008; Palomo 2012; Lull et al. 1999). El panorama a nivell europeu és molt diferent, són habituals els estudis dels artefactes de fusta on destaquen les investigacions morfològiques, dendrològiques i dendrocronològiques i tecnològiques (Pétrequin 1984; Pétrequin & Pétrequin 1988 a i b; Ramseyer 1992; Schlichterle 1992; Winiger 1981; Voruz 1981; Wyss 1988). No obstant, continua sense ser habitual el desenvolupament d'anàlisis traceològiques per determinar els processos de producció i ús dels artefactes de fusta.

1.2 - Objectius: caracterització del procés de producció i consum de la fusta

La revisió sobre els jaciments on s'han trobat restes de fusta permet veure que el seu estudi pot aportar dades cabdals sobre diferents aspectes que van des de qüestions ambientals i de gestió de l'entorn a processos tecnològics relatius a les tècniques de manufactura dels propis objectes o a les modalitats d'ús-consum dels mateixos. Així l'estudi dels elements de fusta contribueixen a caracteritzar les estratègies econòmiques i socials de les comunitats en estudi. El treball que aquí es presenta té per objectiu estudiar els elements de fusta del jaciment neolític antic de la Draga (5324-4800 cal BC) aglutinant tots aquests aspectes des d'una perspectiva integradora. Entenem que per assolir aquest objectiu cal estudiar totes les diferents formes en què es presenta la fusta al jaciment. Habitualment trobem que els estudis sobre materials llenyosos només se centren en una part de tot el conjunt, generalment els productes acabats, i, per més exhaustiu i detallats que aquests estudis siguin, no deixa de ser una mostra parcial de tot el procés de gestió dels materials llenyosos. El jaciment arqueològic de la Draga, situat a Banyoles a la vora de l'estany, gràcies a les seves característiques de preservació de la matèria orgànica, ens ofereix la possibilitat de dur a terme aquests tipus d'estudis en un ampli ventall de materials. A més, l'antiguitat del jaciment fan d'aquest un cas únic per a analitzar les estratègies econòmiques i socials d'aquestes comunitats (Palomo et al. 2011b).

L'objectiu del treball és analitzar els processos d'obtenció, de producció i de consum de la fusta entre les primeres comunitats neolítiques que tenim representades en el jaciment de la Draga, contribuint

així a la caracterització de les estratègies econòmiques i socials de les primeres comunitats pageses al NE peninsular. Entenem que el procés productiu és el sistema mitjançant el qual una societat obté i/o elabora els diferents tipus de béns que necessita per a resoldre les seves necessitats de manteniment i reproducció biològica i social, a través dels diferents processos de treball (Terradas 2001). És a dir, estudiem tot el procés de relació entre el medi i la societat i ho fem a través d'una matèria primera bàsica per al dia a dia de la comunitat neolítica de la Draga com és la fusta.

Aquests processos de treball afecten des de la selecció i obtenció de la matèria primera fins a l'elaboració i ús d'eines, passant per l'adequació dels suports i la seva transformació. Tot aquest procés de treball relacionat amb els materials llenyosos s'engloba en el procés general de treball de les matèries primeres.

D'acord a la proposta desenvolupada en el marc d'un treball desenvolupat pel Grup DEVARA (UAB/CSIC-IMF) per tal d'entendre les causes de la variabilitat del registre arqueològic a través de l'etnografia i l'etnoarqueologia es desenvolupa una interessant anàlisi sobre el valor del treball. L'anàlisi dels processos de producció pot ser abordat a partir de les restes materials que podem recuperar als jaciments arqueològics en tant que entre aquestes restes es troben representats els diferents estadis i processos de transformació de la matèria natural en producte així com els processos de consum (Grup DEVARA 2006). Les categories d'anàlisi que emprem per a l'estudi detallat sobre la producció i consum de béns a partir de les restes de fusta que es troben al jaciment de la Draga són les següents:

- Recursos naturals
- Matèria bruta
- Matèria primera obtinguda
- Matèria primera extreta
- Matèria primera elaborada

Els *recursos naturals* són els recursos que trobem a la naturalesa un cop han estat reconeguts com a útils per tal d'obtenir béns (Grup DEVARA 2006). Només aquelles matèries seleccionades per una societat passen a convertir-se en recurs natural (per exemple: són recursos naturals els roures però no necessàriament altres espècies llenyoses que no s'utilitzen encara que visquin en els mateixos entorns).

Quan aquests *recursos naturals* són individualitzats i incorporats a una dinàmica socioeconòmica passen a considerar-se *matèria bruta* (per exemple: quan dins del bosc de roures es localitza l'individu concret el roure que serà talat per al seu ús) (Grup DEVARA 2006).

Matèria primera és tota *matèria bruta* que ja ha sofert alguna modificació que impliqui un treball ja sigui extracció, transport o transformació (Grup DEVARA 2006). Per tant, tots els materials que trobem aportats intencionadament al jaciment de la Draga són, per conseqüència, com a mínim *matèria primera obtinguda*.

Quan la *matèria primera obtinguda* ha estat sotmesa a un treball d'extracció se la considera *matèria primera extreta* (Grup DEVARA 2006). Aquesta pot continuar el seu procés de treball o ser utilitzat/consumit directament.

Les matèries primes modificades mitjançant l'extracció poden tornar a ser transformades a través del procés d'elaboració per tal d'obtenir béns ja siguin instruments o components d'altres béns (Grup DEVARA 2006). D'aquesta *matèria primera extreta*, i elaborada, en diem *matèria primera elaborada*.

Els diferents tipus de treball que podem identificar durant aquesta etapa del procés de producció són (Grup DEVARA 2006):

- Formatització, canvi en la forma però no en la quantitat o qualitat: entortolligar, lligar, corbar...
- Canvi de quantitat, treure volum de matèria primera treballada: tallar, segmentar o esberlar, desbastar...
- Canvi de qualitat, canvi de les propietats físiques: cremar, assecar, humitejar...
- Canvi de context: assemblatge per superposició, inserció, encaix...

A causa d'aquests processos de treball en poden sorgir els següents ítems:

- Béns instrumentals: és aquell producte que permet l'obtenció de nous béns de consum mitjançant la transformació de matèries primeres. En aquesta categoria incloem les eines.
- Béns condicionants: contribueixen a reproduir les condicions necessàries per a obtenir un determinat bé de consum o la necessitat de satisfer alguna necessitat concreta. En aquesta categoria incloem els elements arquitectònics
- Residus i restes de talla: residus resultants de qualsevol pas d'aquest procés de transformació. Poden ser reciclats i passar a convertir-se en matèria primera en un procés successiu.

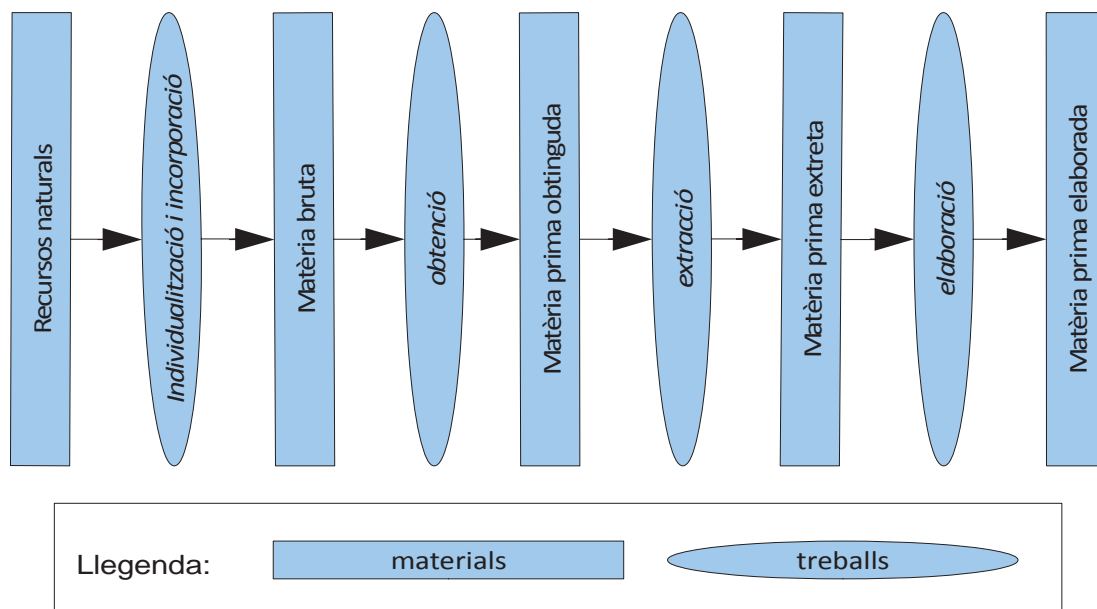


Figura 1 – Esquema del procés de producció de béns

Hem classificat els materials estudiats depenent de com es relacionen amb cadascun d'aquests processos de treball. A partir d'aquesta relació se n'han derivat unes preguntes i objectius a investigar o uns altres. Les categories que hem diferenciat són les següents:

	Obtenció	Elaboració	Manteniment	Consum/ús
Fustes informes <i>matèria primera obtinguda</i>	x	-	-	-
Restes de Talla <i>matèria primera extreta</i>	x	x	-	-
Elements arquitectònics <i>matèria primera elaborada</i>	x	x	x	X
Eines <i>matèria primera elaborada</i>	x	x	x	X

Figura 2 - Relació entre les categories d'elements de fusta estudiats i els processos de treball

El cas de les fustes informes es tracta de materials aportats al jaciment però que no han estat transformats. Per tant, entrarien dins la categoria de *matèria prima obtinguda*. El seu estudi està orientat a entendre els processos de selecció, obtenció i aportació al jaciment.

La primera de les qüestions que se'ns planteja és determinar si aquesta aportació és intencionada/antròpica o és natural. En el cas que l'aportació sigui intencionada ens hem de centrar en estudiar els motius i la forma d'aquesta aportació al jaciment. Així, els objectius que ens plantejem en el cas que aquests materials siguin aportats és saber com es va produir el procés d'obtenció.

La següent categoria que hem diferenciat són les restes de talla. Es tracta d'aquells elements que han estat rebutjats en primera instància després del procés d'extracció i/o elaboració. Per tant, aquests elements presenten senyals de treball pel que ja no hi ha debat sobre si la seva presència al jaciment és intencional o no. Però sí que ens permet aportar més dades sobre el procés de selecció i obtenció, com a matèria primera obtinguda. Finalment, com a restes del procés d'extracció i/o d'elaboració també ens han d'aportar informació sobre aquests treballs.

Els elements arquitectònics i eines són les següents categories que permetran aprofundir en els processos d'extracció i elaboració. Aquests elements han estat elaborats i extrets a partir de matèries primeres obtingudes, per tant, també ens poden aportar informació sobre aquest procés de selecció i obtenció. Però cal destacar que, a més, es tracta en tot cas de béns produïts i com a tals són els elements que ens permeten aprofundir en el procés d'ús i/o consum dels elements de fusta. En referència a aquest ús, els hem diferenciat en dos grans grups: elements arquitectònics i eines. La diferència recau bàsicament en el fet que mentre els primers béns són de consum subsistencial, els segons són béns de consum tècnic (Terradas 1996), és a dir, mentre que els primers possibiliten la supervivència humana (habitatge), els segons desenvolupen un nou paper en el procés productiu per tal de produir nous béns de consum.

Al seu temps, el grup dels elements arquitectònics l'hem dividit entre fustes horitzontals (elements de fusta sense cap extrem clavat en la creta lacustre) o pals verticals (elements de fusta amb, com a mínim, un extrem clavat) per a poder concretar en el seu estudi. Com a béns de consum ens interessa aprofundir en aquests processos de consum i/o ús, tant en el cas dels elements arquitectònics com en el cas de les eines, tot i tractar-se de béns clarament diferenciats. Mentre els elements arquitectònics són béns condicionants, la majoria de les eines són béns instrumentals.

La matèria primera elaborada aporta dades a l'estudi de l'ús i consum d'aquests elements de fusta, aspecte primordial de la recerca que ens proposem. En tant que primera matèria elaborada, també ens aporta informació sobre els diferents processos d'extracció i elaboració d'aquests béns. Les diferències tecnològiques entre les dues categories que hem diferenciat de matèria primera elaborada (elements arquitectònics i eines) són evidents, però en tot cas es tracta de diferències referents a la quantitat de treball més que en la qualitat del treball. Així, podem veure que tots aquests elements han passat per tot el procés de producció complert, però la inversió de treball entre uns i d'altres és clarament diferent. Mentre que en la majoria d'elements arquitectònics tant el procés d'extracció com d'elaboració són molt bàsics, en el cas de les eines aquests són una mica més elaborats.

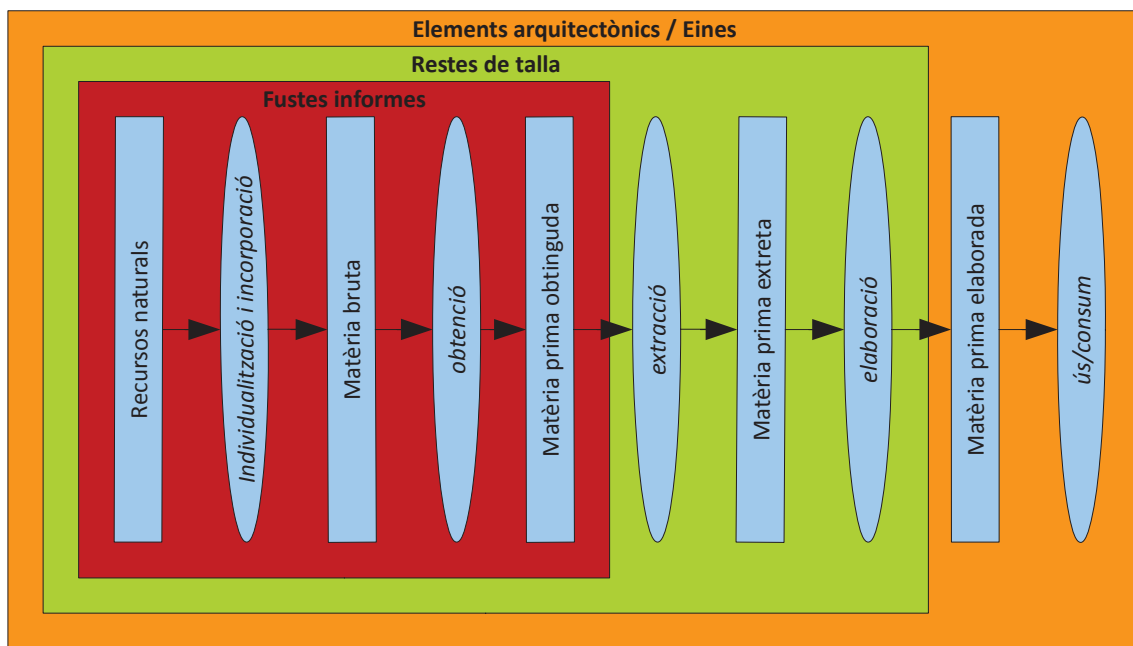


Figura 3 – Esquema del procés de producció de béns, i els diferents béns que sorgeixen en cada esglauó del procés.

Aquesta classificació de materials ha estat bàsica per al desenvolupament de la investigació que hem dut a terme ja que les diferents categories que hem pogut establir han implicat un tractament diferencial des del procés de recuperació i registre al camp, fins al procés d'estudi i les anàlitzes realitzades en cada cas.

1.3 - La Draga

El poblat neolític de la Draga (Banyoles, Pla de l'Estany) es troba al nord-est de la Península Ibèrica, a la riba de l'Estany de Banyoles, un petit llac d'origen càrstic situat a uns 30 kms. de la costa mediterrània i a uns 40 kms. al sud dels Pirineus.

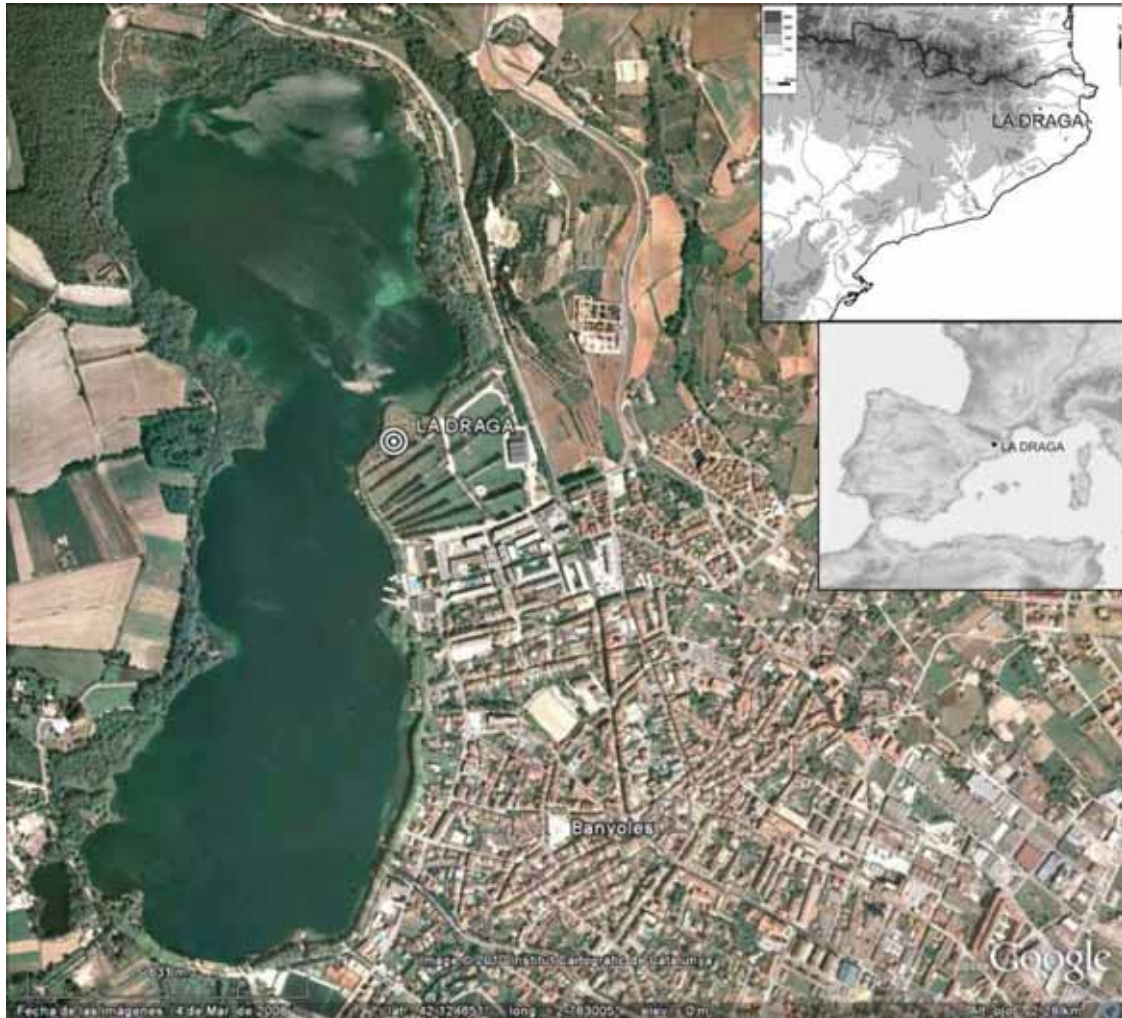


Figura 4 - Ubicació del jaciment de la Draga (Banyoles).

L'excavació de la Draga (Banyoles) va començar com una intervenció d'urgència a partir del descobriment d'unes restes arqueològiques l'abril de 1990. El maig d'aquell mateix any es va realitzar la primera campanya de prospecció a la zona terrestre del jaciment. Aquestes primeres prospeccions van consistir en 10 sondejos que van ser suficients per determinar els límits est i sud del jaciment i constatar la bona conservació i qualitat de les restes arqueològiques a més de poder datar el jaciment al Neolític Antic (finals del VI mil·lenni a.n.e.).

El poblat es trobava a la part central de la vora oriental de l'Estany de Banyoles sobre les platges de creta lacustre d'aquesta banda de l'estany. L'antiga vora de l'estany a mitjans del VI mil·lenni a.n.e. estava uns 12 mts aigua endins respecte als límits actuals de l'estany; l'àrea ocupada pel poblat neolític era una península (Chinchilla et al. 2013).

Els sondejos arqueològics duts a terme en aquella primera campanya van permetre documentar les dimensions de l'assentament neolític: devia ocupar uns 8000m², originalment, amb una amplada d'uns 100 mts. en contacte amb la costa de l'estany fins a 80 mts. terra endins (Tarrús 2008). La topografia neolítica d'aquest indret presentava un accentuat desnivell de nord a sud i d'est a oest fins a tocar la vora de l'estany.

Aquesta situació ha propiciat que el nivell arqueològic hagi quedat cobert per argiles i per l'aigua de l'estany des del Neolític, permetent així la conservació del jaciment en unes condicions d'humitat permanent que han propiciat una fantàstica conservació de restes orgàniques i en especial de materials vegetals.

La primera etapa d'excavacions a la Draga va tenir lloc entre 1991-2005 sota la direcció científica d'Àngel Bosch, Júlia Chinchilla i Dr. Josep Tarrús, amb un ampli equip d'arqueòlegs relacionats amb el Museu Arqueològic Comarcal de Banyoles.

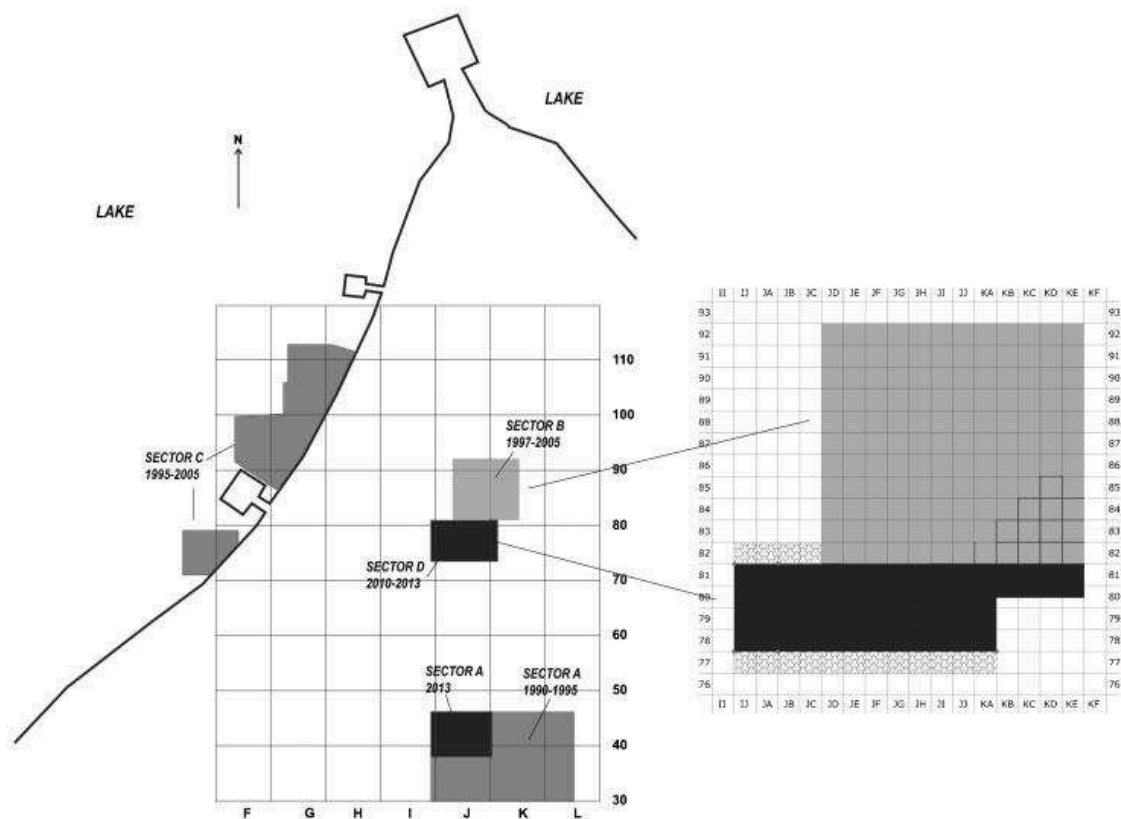


Figura 5 - Zones excavades al jaciment de la Draga entre 1991-2013, ampliant-ne el sectors B i D.

Entre els anys 1991-1995, les excavacions es van centrar en el sector A, de 328m². En aquesta part del jaciment el nivell arqueològic està per sobre del nivell freàtic. Durant les campanyes d'excavació es van recuperar nombroses quantitats de material arqueològic (fauna, restes vegetals, ceràmica, eines de sílex tallat i de pedra polida, i objectes d'ornament). Destacar-ne la localització de les primeres restes vegetals orgàniques, a uns 60-70 cms de profunditat. Aquestes es trobaven per sota del nivell arqueològic i corresponien a les puntes dels pals verticals clavats en la creta lacustre que havien quedat en el nivell freàtic. En aquestes primeres excavacions al sector A ja es comencen a

observar dues fases d'ocupació, al mateix temps que s'identifiquen diferents estructures arquitectòniques. L'any 1994 es va desenvolupar el primer dels estudis dendrocronològics a càrrec de Patrick Gassmann (Gassmann 2000).

A partir de 1994 es va iniciar la col·laboració amb el Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC) i això va permetre el desenvolupament de l'excavació subaquàtica del sector C entre 1995 i 2005. Aquest sector es troba actualment sota les aigües de l'Estany de Banyoles. En total s'han excavat aproximadament 310m² de la part del jaciment submergida.

Finalment entre 1997-2005 es va excavar el sector B, un total de 132m². En aquest sector del jaciment, situat a la part terrestre, el nivell arqueològic s'ha conservat per sota del nivell freàtic. Aquest ha estat el sector on les restes arqueològiques han estat més importants des del punt de vista de la matèria orgànica, tant per la seva quantitat com per la seva singularitat: enorme quantitat de granes de cereal i de fauna, eines d'ós, banya, sílex tallat i pedra polida, així com gran quantitat de restes de materials vegetals, des d'eines de fusta a cordes i cistelleria, passant pels elements arquitectònics de les estructures de fusta.

Aquesta primera fase d'excavacions (1991-2005) es va tancar havent excavat un total de 770m² que corresponen a tres sectors (A, B i C). D'aquests tres sectors dos són en terra ferma (A i B) i l'altre subaquàtic (C) (Figura 6). Els resultats de les primeres campanyes d'excavació han estat objecte de tres publicacions monogràfiques (Bosch et al. 2000, 2006a, 2011).

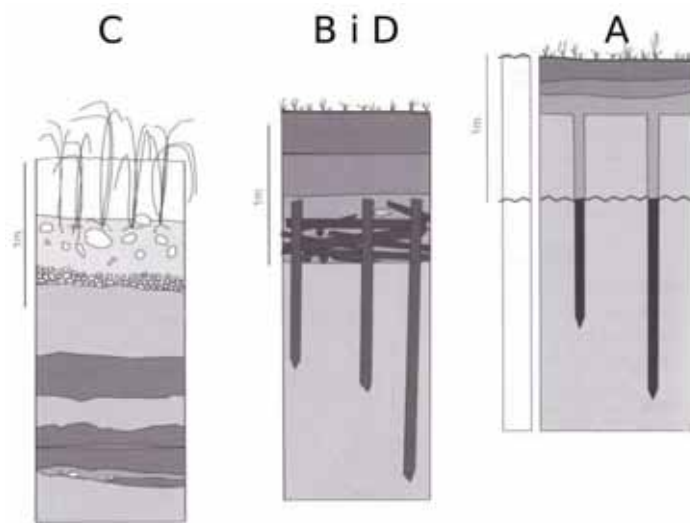


Figura 6 - Esquema de les seccions estratigràfiques dels sectors A (esquerra), B, C i D en relació a l'alçada del nivell freàtic (Bosch et al, 2000).

L'any 2010 es van reprendre el projecte, coordinat pel MACB i amb la participació de la UAB, del CSIC-IMF, MAC-GIRONA i CASC. Sota aquesta nova direcció entre 2010 i 2013 es va excavar el sector D, sector que és l'objecte d'estudi del present treball. Aquest sector D es va obrir com a part de l'estratègia per tal de trobar la continuïtat entre els sectors B i A. La zona oberta en extensió en aquest sector és de 55,5m²: un rectangle de 4x12metres i una tira de 5x1,5m en el costat est de la intervenció (Figura 7). Aquesta tira ha estat oberta des de 2005 atès que aquesta superfície va restar sense excavar en les últimes intervencions. Aquest sector és contigu amb el sector B i hi trobem les

mateixes condicions de conservació de la matèria orgànica; és a dir, excavació terrestre amb el nivell arqueològic per sota del nivell freàtic.

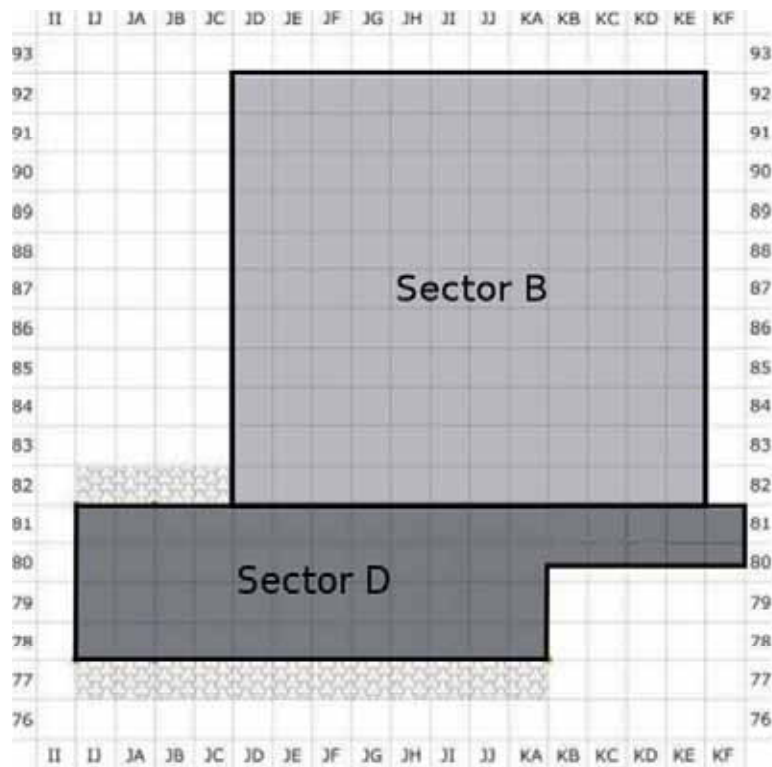


Figura 7 - Quadrícula d'excavació dels sectors B i D.

1.3.1 - Estratigrafia

A continuació detallem l'estratigrafia del sector D, d'on procedeixen els materials estudiats en aquests treball. En aquest sector s'hi han pogut diferenciar diferents nivells que es poden agrupar en dues fases ben diferenciades a partir de les característiques constructives i sedimentàries.

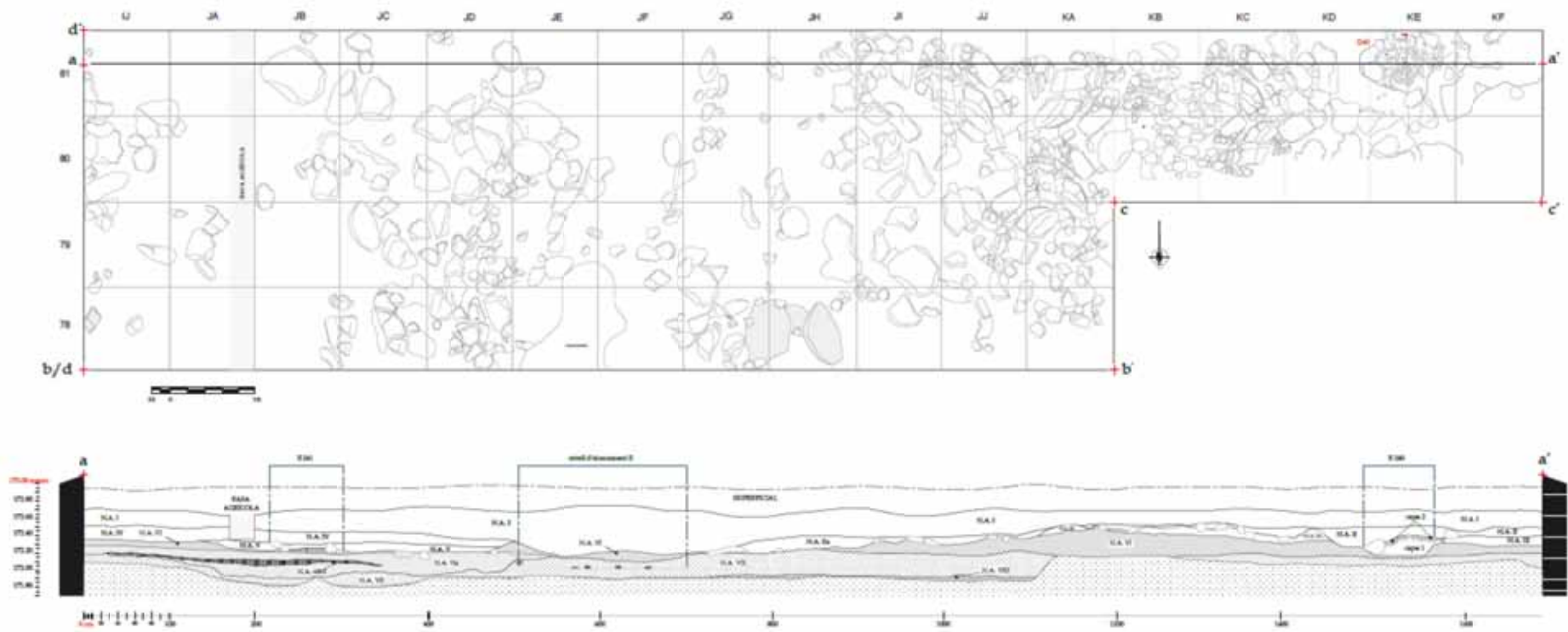


Figura 8 - Planta i estratigrafia del sector D de la Draga (Palomo et al. 2014).

Nivell O: Nivell superficial d'argiles aportades durant el procés d'enjardinament realitzades a la zona en motiu dels Jocs Olímpics de l'any 1992.

Nivell I: Nivell de torba format per la descomposició de matèria orgànica i que coincideix en gran part amb el nivell que va ser conreat abans dels anys 90. Aquest nivell apareix en tota l'extensió del sector excavat i la seva potència oscil·la entre 60 i 25 cms. La zona on aquest nivell és més potent és en les files dels quadres JE-JF-JG i on es troba menys representat és en els extrems, tant en l'est com en l'oest del sector D. Dintre d'aquest nivell ja comencen a aparèixer materials arqueològics neolítics juntament amb materials contemporanis; és per tant un nivell clarament alterat a causa de l'activitat antròpica continuada durant segles a la zona.

Nivell Ia: Nivell argilós de color clar sense material arqueològic. Se situa en la zona central i est del sector D. Es presenta com una separació entre dos nivells molt orgànic d'aspecte torbós (N.I i II).

Nivell II: Nivell de torba molt fosca i amb poca presència de material arqueològic que es localitza en la meitat est del sector D (a partir dels quadres JE). Arriba a tenir una potència màxima de 35 cms en els quadres JE-JF. A la part inferior d'aquest nivell trobem un nivell de travertins que ocupa tot el sector D.

Nivell IIa: Subnivell del nivell II caracteritzat per ser més fosc, més compacte i amb més material arqueològic que el nivell II.

Nivell III: Nivell grisós de textura sorrenca o travertínica, coincidint amb el sostre del nivell de pedres de travertí. Aquest nivell es focalitza a l'extrem est apareixent principalment en els quadres KE-KF.

Nivell IV: Nivell d'argiles plàstiques netes. Es localitza en el sector oest fins a la línia JC. Recolza lateralment amb els travertins que apareixen al sector est a partir de la línia JC.

Nivell V: Nivell d'argiles plàstiques netes. És una continuïtat del nivell IV, que queden separats per un nivell de travertins. Localitzat principalment en el sector oest de l'excavació.

Nivell VI: Nivell d'argiles plàstiques amb presència de restes orgàniques i arqueològiques que té continuïtat en tota l'extensió del sector D.

Nivell VIa: Nivell d'argiles plàstiques amb presència de restes orgàniques i arqueològiques. Aquest nivell es localitza únicament en el sector oest del sector excavat. El límit est del nivell queda clarament delimitat per blocs lítics que apareixen a partir dels quadres JC.

Nivell VII: Nivell d'argiles torboses caracteritzat per l'altra presència de matèria orgànica. S'hi localitza el nivell d'enderroc d'estructures de fusta. El trobem al llarg de tot el sector D. La potència d'aquest nivell pot arribar als 30 cms en alguns punts.

Nivell 7001: Nivell d'argiles torboses caracteritzat per la gran presència de carbons i granes carbonitzades. Aquest nivell el trobem molt ben definit en els quadres JC78, JC79, JD78 i JD79.

Nivell VIII: Sediment orgànic i fosc que apareix sota del nivell VII, en contacte amb el nivell basal de creta lacustre. El gruix oscil·la entre 5 i 1 cms Es caracteritza per la presència de matèria orgànica no transformada i no carbonitzada.

Nivell IX: Creta lacustre. Nivell geològic basal.

Els nivells VI, VII i VIII corresponen a la fase 1 d'ocupació del jaciment. Els nivell II, III, IV i V corresponen a la fase 2.

1.3.2 - Cronologia

Les darreres campanyes d'excavacions han permès confirmar l'existència de dues fases principals d'ocupació sense una interrupció clara en l'estratigrafia però amb dos patrons ben diferenciats d'assentament. La primera ocupació és caracteritzada per la construcció en fusta construïdes just sobre el nivell geològic basal de creta lacustre. Les datacions radiocarbòniques sobre mostra de vida curta permeten situar aquesta fase en una forquilla que va de 5324 a 5000 cal BC (Palomo et al. 2014) (Figura 9).

Després del col·lapse de les estructures de fusta de la primera ocupació es va construir un nivell de pedres de travertí, possiblement per anivellar el terreny. Aquesta segona fase d'ocupació es situa entre el 5210-4800 cal BC (Palomo et al. 2014). Per aquesta fase més recent no s'han conservat els elements orgànics, probablement perquè ja des del Neolític va quedar per sobre del nivell freàtic. No obstant això no es pot descartar que part dels pals verticals clavats corresponguin a aquesta fase més recent, aspecte que no podem tractar fins que no finalitzin els estudis dendrocronològics.

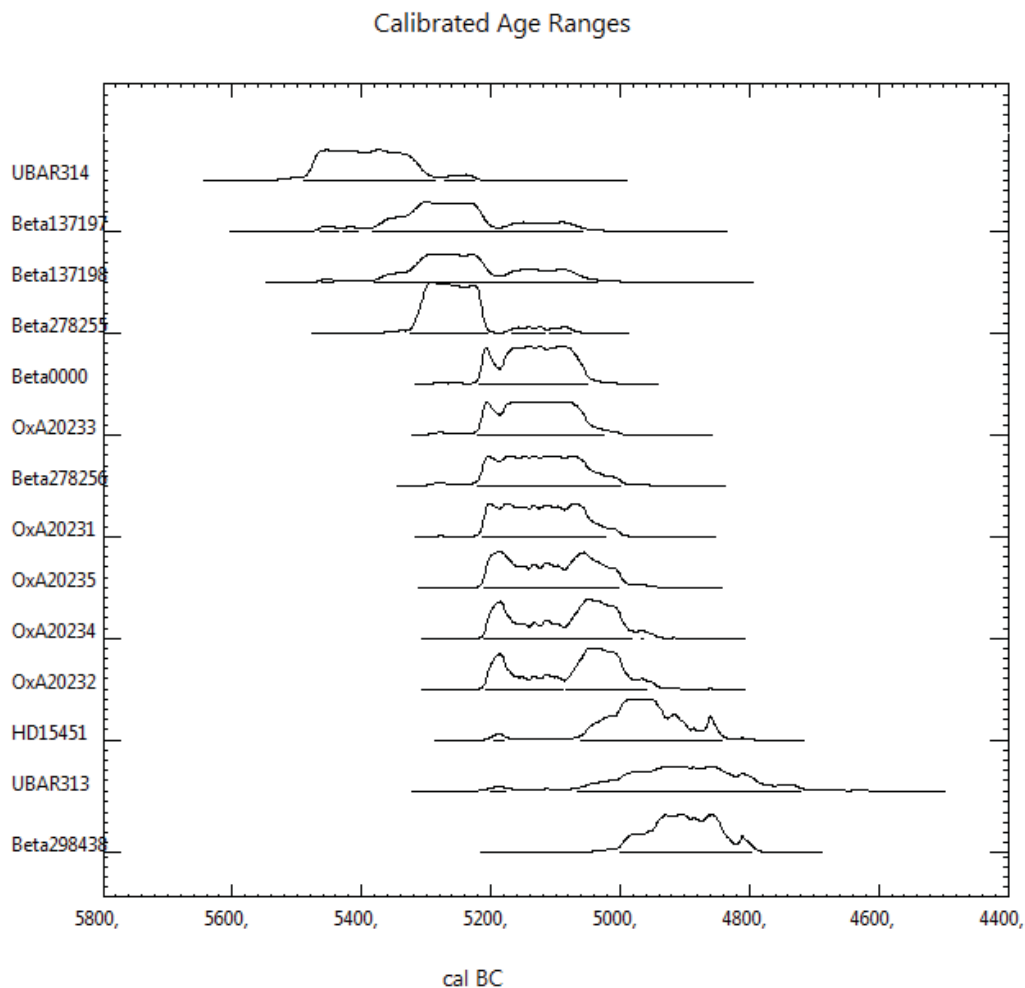


Figura 9 - Representació de les datacions de carboni 14 calibrades de la Draga de mostres de vida curta (Palomo et al. 2014).

1.3.3 - Estructura de l'assentament

En la primera fase d'ocupació caracteritzada per la presència de materials arquitectònics de fusta, els treballs dendrocronològics actualment en curs encara no han donat fruits pel que fa a la distribució i forma de les estructures. No obstant això, els primers resultats publicats (Gassmann 2000) han permès determinar diferents moments de tala dels troncs i establir cronologia creuada per alguns elements. En concret s'han pogut realitzar 4 muntatges dendrocronològics: en el sector A dues estructures triangulars d'1mt d'ample cada costat relacionades amb fogars, també en el sector A una línia irregular de 9mts de longitud formada per 14 pals verticals de petit calibre, i en el sector B una línia de 5mts de longitud formada per 4 pals verticals de gran diàmetre.

Pel que fa a la segona fase, aquesta s'interpreta d'una forma completament diferent pel que fa a les tècniques constructives. Es construeixen estructures amb terres de grans blocs de travertí. Durant aquesta fase d'assentament es documenten al sector A un gran nombre de fogars interpretats com a estructures a l'aire lliure. (Bosch et al. 2011; Tarrús 2008).

1.3.4 - Paleoeologia i paleoeconomia

Els estudis palinològics mostren una àrea al voltant del jaciment densament poblada amb roure (*Quercus* sp. caducifoli), avet (*Abies alba*), pi (*Pinus* sp.) i alzina/garric (*Quercus ilex/coccifera*). Els boscos de ribera serien importants al voltant de l'estany amb avellaner (*Corylus avellana*), freixe (*Fraxinus excelsior*), om (*Ulmus* sp.), vern (*Alnus* sp.), pollancre/alber (*Populus* sp.), salze (*Salix* sp.) i saüc (*Sambucus nigra*) com a espècies dominants (Burjachs 2000). Aquests estudis apunten cap a un clima més humit i amb temperatures més baixes durant el Neolític que en l'actualitat (Burjachs 2000; Revelles et al 2014). L'estudi antracològic igualment ens apunta cap a una presència generalitzada del roure (*Quercus* sp. caducifoli) així com també un clima més humit i amb temperatures més baixes (Piqué 2000a; Caruso & Piqué 2014).

Les anàlisis d'isòtops dutes a terme en pals verticals de roure també indiquen que el clima a finals del VI mil·lenni a.n.e. era més humit i amb temperatures lleugerament més baixes que en l'actualitat (Aguilera et al. 2011).

La comunitat que es va assentar a la Draga basava la seva subsistència principalment en la ramaderia i la agricultura, com ho demostren els estudis arqueofaunístics i carpològics (Antolín & Buxó 2011; Saña 2011). L'estudi carpològic dut a terme en les campanyes prèvies mostra la prominència del blat nu (*Triticum aestivum / durum / turgidum*) com a espècie més cultivada, que representa el 99% de totes les restes i es el cultiu principal en el jaciment. Altres cultius documentat són l'ordi i l'ordi nu (*Hordeum vulgare* i *Hordeum vulgare var. Nudum*), espelta (*Triticum dicoccum*) i espelta petita (*Triticum monococcum*). També es cultivaren llegums (*Vicia faba*, *Pisum sativum*) i, possiblement, roselles (*Papaver somniferum*) (Buxó 2007a; Buxó et al. 2000; Antolín & Buxó 2011b; Antolín 2013). Al mateix temps també es documenta una recol·lecció freqüent d'un ampli ventall de fruits i plantes silvestres (Antolín 2013). La importància de l'agricultura per a l'economia del jaciment queda també evidenciada per l'anàlisi traceològica de les fulles de sílex de les falçs (Gibaja 2000) i la pròpia presència de mànecs de falç (Palomo et al. 2011b).

L'aportació ramadera a l'economia del jaciment es focalitza al voltant d'ovicàprids (*Capra hyrcus*, *Ovis aries*), bòvids (*Bos taurus*) i suïds (*Sus domestica*). Les anàlisis de les restes de fauna del jaciment mostren una ramaderia d'aquestes espècies animals principalment per a l'obtenció de carn, però també per a la llet i per a la tracció (Tarrús et al. 2006; Bosch et al. 2008; Saña 2011).

Tot i que l'economia del jaciment es basava en l'agricultura i la ramaderia, aquestes comunitats van continuar practicant la caça i la recol·lecció. Tot i això, la caça va poder jugar un paper més aviat simbòlic i de prestigi que no pas econòmic ja que la seva aportació a la subsistència és mínima en relació als productes domèstics (Saña 2011; Antolin & Buxó 2011).

Pel que fa a l'obtenció dels diferents recursos, matèries primeres i productes, la principal àrea de captació és la local; menys de 10kms al voltant del jaciment (Terradas et al. 2012). En aquesta zona es captaven materials lítics, matèries primeres per a l'elaboració de ceràmica, llavors, fruits i caça per a la subsistència, i fusta tant per a l'elaboració d'artefactes com per a combustible. També es documenta l'aprovisionament d'àrees regionals (menys de 50kms al voltant del jaciment), i fins a més de 100kms (Terradas et al. 2012).

1.3.5 - Les eines de fusta

Un dels aspectes que fan de la Draga un jaciment excepcional és la conservació de la matèria orgànica. Fins la campanya del any 2005 s'han recuperat 168 objectes fabricats amb matèries orgàniques (Bosch et al. 2006b); principalment fusta, però també amb matèries d'altres plantes aquàtiques com càrex. A aquestes 168 eines ja publicades (Bosch et al. 2006a; Bosch et al. 2008; Bosch et al. 2005; Palomo et al. 2005; Bosch et al. 2000; Piqué 2000; Bosch et al. 1996) se li han d'afegir les 9 recuperades entre 2010 i 2013 en el sector D.

Les principals fonts per a la interpretació dels processos de producció i ús o consum dels objectes elaborats en matèries llenyoses de la Draga han estat les analogies etnogràfiques (cerca d'eines similars en societats agrícoles i ramaderes o caçadores-recol·lectores modernes), els actualismes o els paral·lelismes arqueològics (principalment amb els jaciments palafítics centreeuropeus per les seves similituds amb la Draga). A partir d'aquestes comparacions es van establir diferents categories funcionals: agrícola, caça, treball de la fusta, domèstiques i constructives, tot i que alguns artefactes romanen encara amb funció incerta o desconeguda (Bosch et al. 2006b).

Dintre de la categoria de les eines de caça o cinegètiques s'han recuperat tres arcs, les tiges de fletxa, les puntes de fletxa, javelines i dards. S'han identificat 3 arcs diferents; dos de fragmentats i un de sencer (Piqué et al. 2015; Palomo et al. 2005). Tots tres casos han estat elaborats amb fusta de teix (*Taxus baccata*). Les tiges de sageta són petits elements de fusta de secció cilíndrica i de perfil rectilini, elaborades en la major part amb fusta de salze (*Salix* sp.), però també amb boix (*Buxus sempervirens*) i sanguinyol (*Cornus* sp.). Se n'han identificat una trentena. Els elements artefactes de fusta que s'han identificat com a puntes de sageta (6) i com a dards (2) són tots elaborats en fusta de boix (*Buxus sempervirens*). Com a javelina s'ha classificat un pal apuntat de 131cms de longitud elaborat amb fusta d'avellaner (*Corylus avellana*).

En el grup d'eines dedicades al treball de la fusta s'hi ha inclòs mànecs d'aixa i falques (Palomo et al. 2013). A la Draga s'han identificat 10 mànecs d'aixa de fusta (Bosch et al. 2008). Les mesures i

matèries primeres són diverses. Aquestes diferències fan pensar en possibles funcions diferents. Tot i això, sempre s'han elaborat seguint el mateix esquema: segment de tronc amb una branca que s'aprofita per a confeccionar el mànec aprofitant la major densitat i resistència de la fusta en aquest punt. Sis dels deu mànecs d'aixa estan fets en fusta de roure (*Quercus* sp. *caducifoli*), un de boix (*Buxus sempervirens*), un de pi (*Pinus sylvestris/nigra*), un de teix (*Taxus baccata*) i un de ginebró (*Juniperus* sp.). També s'han identificat falques (3). Artefactes de secció cilíndrica, amb un dels extrems roms i l'altre acabat en punta. Tots tres casos han estat elaborats amb fusta de boix (*Buxus sempervirens*).

Com a objectes dedicats a la construcció s'han considerat els cordes i ganxos. S'han trobat un total de 10 elements considerats com a cordes, ja siguin rotllos de lianes de vidalba (*Clematis vitalba*) o fibres de til·ler (*Tilia* sp.) entortolligats (Romero 2013). Els ganxos (7) són un tipus d'artefacte de fusta de la Draga de difícil adscripció funcional, però que han estat considerats com a elements del mobiliari de les cabanes. Aquest tipus d'artefactes presenten una alta variabilitat pel que fa al taxó emprat per a la seva elaboració: llaurer (*Laurus nobilis*), Pomoideae, alzina/garric (*Quercus ilex/coccifera*), boix (*Buxus sempervirens*) i auró (*Acer* sp.)

En la categoria d'objectes i eines d'ús domèstic s'han inclòs els bols, els contenidors, cullerots, remenadors, espàtules, pintes, vareta, pales i agulles. S'han identificat fragments de 8 bols que semblen haver estat fabricats a partir de nusos en la fusta de roure (*Quercus* sp. *caducifoli*), amb traces de buidatge en el seu interior. Les mides i morfologies varien i alguns presenten nanses. Altres tipus de contenidors identificats són els cistells (5) de jonc (*Juncus* sp.) o càrex (*Carex* sp.) que apareixen trenats. S'han recuperat també tres fragments de cullerots de fusta de roure (*Quercus* sp. *caducifoli*) i diverses espàtules, una de boix (*Buxus sempervirens*) i un altre d'avellaner (*Corylus avellana*). S'ha recuperat també un fragment de branca que ha estat interpretada com a un remenador relacionat amb el processat d'aliments, estava confeccionat amb un fragment de fusta de teix (*Taxus baccata*), aquest fragment aprofita la morfologia d'una branca de la qual sorgeixen branques secundàries.

També s'han recuperat 3 fragments de pinta, en tots els casos elaborats amb fusta de boix (*Buxus sempervirens*) i vuit agulles també fabricades totes amb fusta de boix (*Buxus sempervirens*) que han estat interpretats com a possibles fusos o llançadores. Ambdós tipus d'artefactes estan vinculats a la tecnologia tèxtil (De Diego 2014).

Fins a la campanya del 2005 s'havia identificat un sol artefacte com a pala i aquesta estava elaborada amb fusta de roure (*Quercus* sp. *caducifoli*) (Bosch et al. 2006b). Però durant les campanyes 2010 i 2013 va aparèixer una segona també fabricada en fusta de roure. Les pales poden haver estat utilitzades en els treballs agrícoles però no es descarten altres possibles usos.

La categoria de mànecs està formada per 17 fragments de mànecs de mides i formes diferents que podrien haver tingut funcions molt diverses. Tot i la variabilitat morfomètrica, els 17 fragments de mànec han estat tots elaborats amb fusta de boix (*Buxus sempervirens*).

Per últim ens endinsem en les eines a les quals se'ls hi atribueix una funció agrícola (Bosch et al. 2006b; Palomo et al. 2011b). Aquest grup està format per les següents categories artefactuals: falçs, tallant, pals apuntats i pals cavadors. També és possible que algun dels mànecs amb colze, que no conserven la plataforma que els defineix com a aixes, pogués haver estat usat també amb finalitats

agrícoles (Bosch et al. 2000, 2006b). A la Draga s'han documentat 9 artefactes de fusta considerats com a falçs, 7 d'acabades i 2 esbossos, i un tallant amb funcions similars a les falçs. Les formes d'aquest tipus d'artefactes són variades, però per lo general totes presenten una forma amb angle que s'ha obtingut ja sigui aprofitant la presència d'una branca o bé aprofitant la curvatura natural de la fusta. Les matèries primeres mostren una predilecció per aprofitar la fusta de boix (*Buxus sempervirens*), però també es documenta ginebró (*Juniperus* sp.), roure (*Quercus* sp. caducifoli) i saüc (*Sambucus* sp.).

Centrarem especial atenció en les categories de pals cavadors i pals apuntats, ja que seran un dels elements a estudiar durant aquest treball. Entre aquestes dues categories sumen un total de 39 artefactes. Tots són pals apuntats amb forma i mides diverses, però 24 d'aquests s'han considerat com a pals cavadors sens dubte per la seva forma i acabat (Bosch et al. 2006b), encara que no es pot descartar que hagin pogut tenir altres usos molt diversos. En un estudi preliminar de la forma (Bosch et al. 2006b) es va fer una classificació d'aquests 39 elements a partir dels següents criteris: dimensions (longitud, amplada, gruix o diàmetre), secció (circular, planoconvexa o poligonal), forma i acabat, matèries primeres utilitzades, tipus de suport (branca sencera o segment) i tipus de punta (bisell simple, bisell doble, punta cònica o facetada). Segons aquestes variables, s'han pogut observar recurrències que permeten classificar aquests pals treballats en diverses categories.

En aquest conjunt hi ha 24 que presenten formes i acabats que permeten considerar-los com una categoria artefactual clarament diferenciada. Aquest pals cavadors s'han diferenciat en dos grans grups: pals cavadors curts i pals cavadors llargs.

D'acord a les mides s'han classificat 5 exemplars com a pals cavadors curts, d'entre 230 i 310mms de llargada, i entre 24 i 47mms de diàmetre. Es tracta de pals generalment poc elaborats, en alguns casos encara conserven l'escorça, de secció circular o poligonal. Presenten puntes còniques en tres casos, 1 té bisell simple i l'últim té bisell doble (una punta cònica i una bisellada). Les matèries primeres utilitzades són el boix (*Buxus sempervirens*) en tres casos, i roure (*Quercus* sp. caducifoli) i Pomoidea, en els altres dos casos.

Com a pals cavadors llargs s'han classificat els 19 pals cavadors restants. Les seves llargades van dels 415 als 870mms, i els seus diàmetres dels 20 als 45mms. A diferència dels pals cavadors curts, els llargs solen estar ben polits o facetats, amb seccions també circulars o poligonals. En 14 casos les puntes són dobles (un extrem cònic i un bisellat), en altres tres casos tenen empunyadura en un extrem i punta cònica en l'altre. Els dos pals cavadors llargs restants s'han classificat com a fangues, formats d'un cos cilíndric amb una punta cònica i amb una branca o forca en el seu cos. El principal taxó utilitzat és el boix (*Buxus sempervirens*) que ha estat utilitzat per confeccionar 17 exemplars. Els altres dos pals cavadors han estat elaborats amb fusta d'avellaner (*Corylus avellana*) i de Pomoidea.

La resta dels 15 objectes classificats com a pals apuntats només 5 es conserven sencers, els 10 restants presenten algun tipus de fractura. Les llargades que s'han conservat van des dels 308 als 970mms, mentre que els diàmetres van dels 14 als 30mms. Les puntes que no han estat fracturades són còniques. Van ser fabricats a partir de seccions de branques o troncs senceres i amb acabats poc elaborats. Aquests 15 pals apuntats han estat elaborats a partir de fusta de boix (*Buxus sempervirens*) en sis casos, avellaner (*Corylus avellana*) en quatre, un d'arboç (*Arbutus unedo*), un de roure (*Quercus* sp. caducifoli), un de llorer (*Laurus nobilis*), un de teix (*Taxus baccata*) i un de Pomoidea.

La selecció taxonòmica mostra una clara predilecció cap a la fusta de boix en un 64.1% (25 casos). A una gran distància trobem altres taxons com l'avellaner (5 casos), la Pomoidea (3) i el roure (3). Altres taxons que també estan representats en aquestes categories i que apareixen en un sol cas són el llorer, el teix i l'arboç. En general hi ha una predilecció per a les fustes dures i denses. La major diversitat taxonòmica la trobem entre els diàmetres més baixos, i coincideix amb les fustes més toves (avellaner o llorer). Per altra banda, és entre els diàmetres més grans on trobem les fustes més dures (boix, roure o Pomoidea).

A part de ser la matèria primera més utilitzada, el boix també és la fusta que presenta un major grau d'elaboració. Generalment el pals confeccionats amb aquesta fusta estan elaborats a partir d'un segment de branca o tronc, cosa que implica un treball previ d'esberlat. Pel que fa a les altres matèries primeres l'aprofitament acostuma a ser més expeditiu, aprofitant branques senceres que, en alguns casos, fins i tot conserven l'escorça.

Més enllà dels aspectes descriptius, els pals apuntats i pals cavadors presenten una ampla varietat en les seves característiques que, de ben segur, impliquen funcionalitats diverses. Aquestes diferències en la funcionalitat d'aquests objectes no s'ha pogut solucionar a partir de l'etnografia, paral·lels arqueològics o actualismes. És per això que aquesta serà la categoria d'eines que centrarà la nostra recerca.

2 - Materials i mètodes

2.1 – Materials

Els materials estudiats en aquest treball són materials llenyosos no carbonitzats recuperats en el jaciment neolític de la Draga. Per a aquest treball s'ha estudiat una àmplia mostra dels materials lignis excavats durant les campanyes 2010, 2011 i 2012, així com una selecció dels pals apuntats obtinguts durant les campanyes anteriors (1995-2005).

Les restes estudiades procedeixen de diversos nivells arqueològics que es troben per sota del nivell freàtic i, per tant, amb conservació saturada en aigua. En el sector D, on es van focalitzar les excavacions de les campanyes 2010, 2011 i 2012, aquestes condicions es donen a partir dels nivells arqueològics VI, VII i VIII.

Aquests materials han estat classificats en quatre categories definides en base al procés de treball i consum de la fusta (Capítol 1.2): fustes informes, elements arquitectònics, restes de talla o residus i eines.

Tot seguit descriurem de cada categoria la seva naturalesa, els objectius de la seva anàlisi en el marc general de l'estudi del procés de treball i consum de la fusta, així com el nombre de restes estudiades i la seva procedència en el jaciment.

2.1.1 – Fustes informes

Naturalesa dels materials

Les fustes informes són aquells materials llenyosos que no presenten cap marca de treball i que no presenten en el jaciment una localització i/o distribució que faci pensar en un arranjament intencional de les mateixes. La seva forma, a priori, tampoc permet plantejar un ús determinat per a aquestes fustes. Són petits fragments de fusta que trobem de forma generalitzada i dispersa en tots els sectors de l'excavació on es conserva la matèria orgànica.

Objectius de l'anàlisi

El primer dels objectius que justifica l'estudi d'aquests materials és la determinació del seu origen, és a dir, si es tracta d'elements incorporats al jaciment de forma intencional/antròpica o de forma natural. Si es pot confirmar que es tracta de materials aportats antròpicament al jaciment, se'ls considerarà matèria primera obtinguda en el sí de l'esquema de producció de béns descrit anteriorment (Capítol 1.2).

En el cas que els puguem classificar com a matèria primera obtinguda, els següents objectius es dirigiran cap als processos de selecció i obtenció. En el cas de la selecció, el nostre interès se centrarà en verificar si hi ha hagut o no aquest procés de selecció, i si és afirmatiu, com s'ha efectuat i quins són els criteris que han primat a l'hora de la selecció (per quines raons s'han seleccionat aquests

materials amb aquestes característiques físiques i anatòmiques). Finalment, ens centrarem en veure si ha existit algun tipus de gestió.

2.1.2 – Restes de talla

Naturalesa dels materials

Es tracta d'aquells elements de fusta que han estat rebutjats en primera instància després del procés d'extracció i/o elaboració de la matèria primera. Per tant, aquests elements presenten senyals de treball, pel qual ja no hi ha debat sobre si la seva presència al jaciment és d'origen antròpic o no.

La diferenciació de les restes de talla d'entre la resta de matèries primeres extretes no és senzilla. L'aspecte principal que ha de permetre la diferenciació entre restes de talla i eines està en el procés d'elaboració; en que es pugui considerar a l'element de fusta adequat pel seu ús. La dificultat recau en què tant les restes de talla com les eines han hagut de superar els mateixos processos de treball i, per tant, poden presentar traces i aspectes molt similars. Diferenciar amb èxit una resta de talla d'un fragment d'eina no sempre és possible.

Objectius de l'anàlisi

Aquests elements han passat per dos estadis dintre del procés de producció de béns i és en aquests dos estadis que centrarem els objectius de la nostra anàlisi: del procés de selecció i obtenció com a matèria primera obtinguda, i del procés d'extracció i/o elaboració com a matèria primera extreta.

2.1.3 – Fustes arquitectòniques

Naturalesa dels materials

Es tracta d'elements de fusta de grans dimensions (generalment superiors als 30 centímetres de llargada) que presenten alguna de les següents característiques:

- Mostren cert grau d'elaboració: des dels treballs més simples de preparació de la matèria primera obtinguda (extracció de l'escorça, neteja de les branques, tall dels extrems) fins a processos d'esberlat o desbastat.
- Presenten una ubicació particular en relació a d'altres elements de fusta: entramat, encaixat, clavat en la creta lacustre,...
- Presenten una forma rellevant com a element estructural: forca, angle,...

D'entre tots els elements de fusta que podem incloure en aquesta categoria, en el jaciment de la Draga vam diferenciar-ne dos grans subgrups:

- Pals verticals: són aquells elements de fusta amb, com a mínim, un dels dos extrems clavats en la creta lacustre.

- Fustes horitzontals: fustes arquitectòniques que tenen una disposició més o menys horitzontal en el nivell arqueològic.

En tot cas es tracta d'elements que dintre de l'esquema general de producció de béns quedarien classificats com a béns produïts.

Objectius de l'anàlisi

Els elements arquitectònics de fusta són productes que han passat per diferents estadis de l'esquema del procés de producció de béns: des de matèria primera obtinguda a matèria primera elaborada passant per matèria primera extreta. En aquest sentit, considerarem els objectius de la seva anàlisi tenint en compte que aquests elements de fusta han seguit aquest procés.

Considerant-los com a matèria primera obtinguda, les fustes arquitectòniques permeten una aproximació al procés de selecció i obtenció de la matèria primera ja des del coneixement més o menys aproximat del seu ús, a diferència de les fustes informes.

En un segon nivell d'anàlisi, tenint en compte les fustes arquitectòniques com a matèria primera extreta, ens centrarem en el seu procés d'extracció.

En tercer lloc, i en qualitat de matèria primera elaborada, atendrem els diferents processos d'elaboració d'aquests béns. Així, es podrà observar que tots aquests elements han passat per tot el procés de producció complert tot i que la inversió de treball en cadascuna de les diverses fases que el conformen és clarament diferent.

Per últim, s'han estudiat com a béns produïts i consumits, amb l'objectiu d'aprofundir en els processos d'ús i consum dels materials llenyosos. Sovint són artefactes amb una inversió de treball menor que en d'altres matèries primeres elaborades (per exemple, eines), motiu pel qual s'analitzen variables diferents a les que utilitzem en el cas dels instruments. L'aproximació al procés d'ús es realitzarà des d'un punt de vista morfològic, de la situació i/o posició de l'objecte en relació amb altres elements arquitectònics.

Nombre de restes analitzades i procedència dels materials

Els materials estudiats per a aquest treball són les fustes arquitectòniques documentades entre les campanyes 2010 i 2012 en el sector D: 271 pals verticals i 494 fustes horitzontals. Alhora hem fet ús de les dades disponibles referents a les campanyes d'excavació anteriors. Aquestes no només s'han obtingut de les diverses monografies de la Draga ja publicades (Bosch et al. 2000, 2006a, 2011) i de les memòries d'excavació (Chinchilla et al. 2013), sinó que també s'ha pogut treballar amb dades inèdites proporcionades per el Dr. Josep Tarrús. Les dades dendrològiques de les fustes arquitectòniques de les campanyes anteriors a 2010 no s'han pogut incorporar a aquest treball ja que estan en procés d'estudi pel Sr. Patrick Gassmann al Laboratoire de dendrochronologie de Neuchâtel (Suïssa).

En total s'han pogut incorporar a la discussió les dades obtingudes entre els sectors B i C, 803 pals verticals excavats entre 1991-2005 i 162 fustes horitzontals excavades entre 1991 i 1998.

2.1.4 – Eines

Naturalesa dels materials

Les eines són instruments de treball o producció, és a dir, tot artefacte que pugui ser utilitzat pels agents socials per transformar els objectes de treball en béns de consum (Terradas 2001). Són elements altament rellevants en la recerca sobre les societats passades ja que aporten informació referent a tot el procés de producció, així com també sobre l'alt grau de coneixement assolit per aquestes en relació a les propietats de la matèria utilitzada i dels processos associats d'elaboració i ús.

Objectius de l'anàlisi

De la mateixa manera que passa amb els elements arquitectònics, les eines també són artefactes que han passat pels diferents estadis de l'esquema del procés de producció de béns, des del procés d'obtenció al de consum o ús, passant pel de transformació, en funció dels quals hem definit els objectius de la seva anàlisi.

El primer objectiu en l'estudi de les eines de fusta té en compte el seu procés d'obtenció. Aquest pot tenir una clara relació amb la seva funcionalitat i és per aquest motiu de gran interès ja que pot indicar una selecció dels recursos enfocada al seu ús final. Clarament són elements generats a partir de l'activitat humana i, per tant, tenen un origen social, cosa que aporta informació vàlida referent al procés d'incorporació i d'obtenció per part de la societat.

Pel que fa al procés d'extracció i elaboració, amb aquest tipus d'artefactes acostuma a ser més complex que en la resta de matèries primeres elaborades (elements arquitectònics), pel que habitualment la informació referent a aquests processos que ens ofereixen és també més complexa. Aquesta complexitat és deguda al fet que sovint podem trobar diferents processos de treball en un mateix artefacte o, fins i tot, sobreposant-se els uns als altres en diferents punts de l'eina. A més, se li ha de sumar el procés d'ús d'aquests béns, el qual genera traces d'ús que se superposen a les pròpies traces d'elaboració.

Per tal de poder acostar-nos a aquests processos d'extracció i elaboració, i ús i consum de les eines s'ha desenvolupat un ampli programa experimental amb l'objectiu d'obtenir referencials traceològics que es puguin comparar amb els arqueològics (López et al. 2012; Bosch et al. 2008; Palomo et al. 2011a, 2011b). Generalment les aproximacions al consum de les eines de fusta s'han realitzat a través de paral·lels etnogràfics i arqueològics. Aquestes aproximacions cal que siguin contrastades ja que la funció pot no ser del tot clara i fins i tot desconeguda quan aquests paral·lels amb els materials actuals i etnogràfics no existeixen. Aquest és el cas dels pals apuntats i bipuntats de la Draga, les eines de fusta al voltant de les quals centrarem la nostra anàlisi traceològica.

Nombre de restes analitzades i procedència dels materials

Al jaciment arqueològic de la Draga s'han recuperat un total de 177 artefactes de fusta considerats com a eines: 168 entre les campanyes 1995-2005 i 9 entre 2010-2012.

Els materials recuperats entre les campanyes 2010-2012 són diversos ítems que van ser atribuïts a la categoria eines per la seva morfologia: una pala, un arc i una tija de sageta. També es van recuperar altres ítems de funció no tant clara entre els quals hi ha sis pals apuntats. Aquests artefactes han estat estudiats en la seva totalitat (Bosch et al. e.p.).

Les eines recuperades en les campanyes 1995-2005 ja han estat objecte de diverses publicacions (Bosch et al. 1996, 2000, 2005, 2006a, 2011) on s'ha tractat principalment la descripció morfològica i mètrica de les mateixes, la identificació de la matèria primera, el procés d'elaboració i una aproximació funcional a partir de paral·lels etnogràfics i arqueològics.

Arran de l'anàlisi de les dades publicades i a partir del nostre propi treball sobre els materials recuperats en les campanyes 1995-2005 es desprèn que els pals apuntats i biapuntats són una de les categories més problemàtiques a l'hora de ser interpretades per diferents raons (Bosch et al. 2000, 2006a; Palomo et al. 2011b):

- En relació a d'altres categories, trobem un gran nombre d'artefactes que es poden classificar dins d'aquesta: el 25'99%, 46 del total de 177 elements recuperats han estat considerats com pals cavadors (24) i pals amb punta (22).
- Trobem una gran varietat de característiques dintre d'aquesta mateixa categoria pel que fa a matèria primera, mides, forma, suport utilitzat,...
- Les interpretacions en base a paral·lels etnogràfics, arqueològics o actualismes defineixen aquesta tipologia d'eines com a pals cavadors. Malgrat això, aquesta adscripció funcional no resol la gran variabilitat de formes amb les quals es presenten aquests artefactes (Bosch et al. 2006b). Una anàlisi més objectiva de traces d'ús que es puguin comparar amb material experimental de referència es fa necessària.

És per aquests motius que per aquest treball hem seleccionat d'entre les eines publicades les categories de "pals cavadors" i, per afinitat morfològica, també dels "pals apuntats", per testar les hipòtesis de funcionalitat a partir de l'anàlisi de les traces d'ús. En la monografia dedicada als objectes de fusta del jaciment de la Draga (Bosch et al. 2006a) es presentaven un total de 24 "pals cavadors" i 15 "pals apuntats", per tant un total de 39 objectes susceptibles de ser estudiats. Finalment han estat analitzats des d'aquesta perspectiva 33 pals apuntats i/o biapuntats que van ser recuperats durant les campanyes 1995-2005 (Figura 11). Aquests ja han estat restaurats i es troben actualment dipositats al Museu Arqueològic Comarcal de Banyoles. Els 6 objectes restants de les campanyes 1995-2005 s'han hagut de descartar de l'anàlisi per diverses raons (Figura 10). La restauració dels artefactes de fusta suposa un problema afegit per al seu estudi a causa de les deformacions/alteracions de la fusta que provoca aquest procés (López, 2008a). Tanmateix, es tracta de peces úniques i hem volgut extreure tota la informació possible encara preservada en les eines. A més a més, hem disposat dels 6 pals apuntats de les recents campanyes (Figura 12).

Nº de Registre	Motiu d'exclusió de l'anàlisi
DG01-JJ85-3	No està disponible al MACB
DG01-KD90-19	Dificultats tècniques per tal d'aconseguir un escaneig de qualitat suficient.
DG03-JF88-15	Dos extrems cremats. Cap extrem apuntat o bisellat que sigui escanejable.
DG03-JF88-32	Dos extrems cremats. Cap extrem apuntat o bisellat que sigui escanejable.
DG03-JG89-73	Un extrem cremat i l'altre apomat. Cap extrem apuntat o bisellat que sigui escanejable.
DG03-JG91-16	Un extrem fracturat i l'altre apomat. Cap extrem apuntat o bisellat que sigui escanejable.

Figura 10 – Llistat de “pals cavadors” i “pals apuntats” de les campanyes 1995-2005 que han estat descartats de l'anàlisi digital.

Campanya	Registre	Observacions
1995	DG95-FJ92-1	Un dels dos extrems no ha pogut ser escanejat per dificultats tècniques
1995	DG95-GA94-01	
1998	DG98-GH100-11	
2001	DG01-KA87-38	
2001	DG01-KA8788-26	
2001	DG01-KA8788-41	Un dels dos extrems no ha pogut ser escanejat per dificultats tècniques
2001	DG01-KC87-22	
2001	DG01-KD88-19	
2001	DG01-KD8990-11	
2002	DG02-JJ88-10	
2002	DG02-JJ88-9	Un dels dos extrems no ha pogut ser escanejat per dificultats tècniques.
2002	DG02-JJ91-26	
2002	DG02-KA89-01	
2002	DG02-KB88-5	
2002	DG02-KC88-12	
2002	DG02-KC91-09	
2003	DG03-FA73-02	
2003	DG03-JE88-04	
2003	DG03-JE89-32	
2003	DG03-JF89-13	
2003	DG03-JF89-7	
2003	DG03-JF90-06	
2003	DG03-JG89-52	
2003	DG03-JG89-53	
2003	DG03-JG91-09	
2003	DG03-JG91-8	
2003	DG03-JH88-10	
2003	DG03-JH90-22	
2003	DG03-JI88-04	
2003	DG03-JI88-08	
2005	DG05-FB72-04	
2005	DG05-KE88-05	
2005	DG05-KE89-05	

Figura 11 – Llistat de “pals cavadors” i “pals apuntats” de les campanyes 1995-2005 inclosos en l'anàlisi traceològica digital.

Campanya	Registre
2012	2662
2012	2913
2012	3247
2012	4459
2012	4476
2012	4488

Figura 12 – Llistat de pals apuntats de les campanyes 2010-2012 analitzats en aquest treball.

Campanya	Registre	Forma
2011	2462	Pala
2012	2675	Tija de sageta
2012	2688	Arc

Figura 13 – Llistat de les altres eines recuperades entre 2010 i 2012.

2.2 Mètodes

2.2.1 - Excavació

El jaciment de la Draga s'ubica a la vora de l'Estany de Banyoles en una zona amb un lleuger declivi cap a l'aigua. D'aquesta manera, pràcticament tot el poblat, excepte l'àrea ubicada a més altitud, es va convertir en un jaciment arqueològic subaquàtic (Nieto 2006). Segons el pendent es pot dividir el jaciment en tres àrees depenent del seu contacte amb el nivell freàtic i, per tant, de la presència o no de matèria orgànica (Bosch et al. 2011). Encara que durant el procés d'excavació s'han considerat quatre sectors diferents (A, B, C, i D) aquests corresponen a formes diferents de contacte entre el nivell freàtic i el sòl (Chinchilla et al. 2013):

- Sector sec: el nivell freàtic està per sota del nivell arqueològic, sense que hi hagi conservació de matèria orgànica més enllà de la base dels forats de pal. Aquestes són les condicions del sector A.
- Sector submergit terrestre: tot i trobar-se en terreny sec, el nivell freàtic se situa entre el nivell terrestre actual i el nivell arqueològic; donant lloc a la conservació de matèria orgànica que ha estat coberta amb diferents capes de sediment posteriorment. Aquestes condicions es donen en els sectors B i D.
- Sector subaquàtic: tant el terreny actual, com el nivell arqueològic se situen sota el nivell freàtic i, per tant, a l'interior dels límits de l'estany. Aquestes són les condicions del sector C.

Davant d'aquesta varietat de condicions en tots els aspectes, les estratègies d'excavació han estat diferents i s'han adaptat en cada cas a les característiques estratigràfiques del sector excavat, tant pel que fa les estratègies d'excavació, com a la conservació i tipus de materials recuperats (Bosch et al. 2000, 2006a, 2011, 2012; Chinchilla et al. 2013; Piqué et al. 2013; Nieto et al. 1999, 2000)

Tot i haver d'adaptar les tècniques d'excavació als diferents sectors, la metodologia de registre i l'estratègia de l'excavació han estat les mateixes en tots els casos, incorporant però les noves tecnologies a partir de les campanyes realitzades a partir de 2010. Les diferents àrees excavades estan incloses en la mateixa retícula de planimetria georeferenciada a les coordenades UTM. Durant les campanyes realitzades entre 1991 i 2005 es va fer servir el sistema de coordenades cartesianes, no obstant els punts han estat convertit al sistema georeferenciat actual i actualment esta tot unificat. El sistema de registre ha incorporat la estació total però seguint els mateixos criteris que amb anteriors sistemes de registre. Respecte a l'estratègia d'excavació s'ha continuat el principi d'excavació en extensió, definint unitats estratigràfiques arqueològiques i/o geològiques que s'han denominat "Nivells" (Chinchilla et al. 2013).

L'excavació dels sectors submergits terrestres (B i D) ha requerit adaptar la metodologia de camp. En aquests casos ha estat necessari drenar jaciment la zona de treball abans de començar a treballar atès que els nivells arqueològics es localitzen en nivell freàtic. El drenatge facilita l'excavació, la interpretació estratigràfica, la documentació i la recuperació de mostres i materials arqueològics, Tant el sector B com el D s'han excavat seguint els mateixos criteris, amb l'únic matis de la màquina utilitzada per drenar el jaciment; així, mentre el sector B es va drenar amb "Well-point" al principi

(Bosch et al. 2000), i després amb una bomba d'aigua situada en un pou situat en terrenys limítrofs amb el sector treballat i prèviament excavats, l'àrea D sempre s'ha drenat amb aquest sistema de pou i bomba.

Pel que fa al sector C (submergit), d'on precedeixen part dels pals apuntats i bipuntats recuperats per a la seva anàlisi traceològica, s'hi va treballar en immersió seguint la mateixa estratègia d'excavació que en la resta del jaciment: excavació en extensió, definint unitats estratigràfiques arqueològiques i/o geològiques (Bosch et al. 2000, 2012; Nieto et al. 1999).

2.2.2 - Metodologia de recuperació i mostreig de camp

L'excepcionalitat i l'excel·lent estat de preservació de les restes orgàniques en estat anaeròbic exigeixen una estratègia de mostreig específica (Buxó et al. 2003). El fet que la Draga és l'únic jaciment lacustre amb conservació per saturació d'aigua de tota la Península Ibèrica, i que es tracta d'una ocupació del Neolític Inicial, fa que sigui un jaciment amb un enorme potencial per tal d'aportar dades de gran qualitat sobre les pràctiques paleoeconòmiques i la paleoecologia d'un període encara poc estudiat a l'Oest de la Mediterrània. Esdevé per tant cabdal i imprescindible el desenvolupament d'una estratègia de mostreig adequada, la qual ja hem presentat de forma breu en publicacions anteriors (Antolín et al. 2013), és a dir, un mostreig exhaustiu, però alhora eficient pel que fa a la inversió de temps i resultats obtinguts que estigui d'acord amb els objectius plantejats prèviament.

El mostreig previ realitzat a la Draga durant les campanyes 1991-2005 no havia estat sistemàtic (Bosch et al. 2006a) i per tant no teníem una visió completa de la tecnologia de la fusta. Davant les noves preguntes que ens formulàvem al voltant dels materials de fusta (aspectes relacionats al voltant del procés d'obtenció d'aquest material, així com aspectes paleoecològics i paleoeconòmics), es va creure necessari desenvolupar una estratègia nova, exhaustiva i adaptada especialment a les característiques (de conservació, quantitat i qualitat de materials) de la Draga, per tal de poder-ne extreure el màxim d'informació possible sobre els processos de treball involucrats en la producció dels elements de fusta.

La gran quantitat de fustes extretes durant l'excavació ha estat tractada de forma diferent segons les seves característiques i el tipus d'informació que poden arribar a proporcionar. L'estudi detallat de tots i cadascun dels elements llenyosos del jaciment de la Draga hagués estat gens operatiu i poc útil, ja que una bona estratègia de mostreig ens permet tenir el conjunt d'elements a estudiar ben representat. El mostreig ha seguit diferents criteris segons el tipus de resta.

Per a la recuperació dels materials arqueològics llenyosos, s'han seguit diferents metodologies de recuperació depenent de la categoria artefactual que es tracti i de la informació que n'extraurem. Tot seguit detallem les estratègies seguides en cada cas:

Fustes arquitectòniques

La recuperació d'aquest tipus de materials és una de les tasques que més esforços ha requerit durant l'excavació. L'objectiu principal ha estat que aquest procés fos el menys agressiu possible per a les peces extretes, per no dificultar un acurat estudi posterior. A tal fi s'ha realitzat una bona documentació *in situ* (fotogràfica i topogràfica), i una conservació de cada element el més íntegra possible. Aquest procés ha requerit d'una inversió de temps considerable degut a múltiples factors: per començar, degut a l'alt nombre d'elements, a les seves grans dimensions (en alguns casos fins a més de 5mts de longitud), a la seva situació sovint encavalcades les unes amb les altres, a la fragilitat intrínseca de la matèria orgànica arqueològica i a les condicions generals d'excavació del jaciment de la Draga. La recuperació dels pals verticals i de les fustes horitzontals ha requerit procediments específics:

Pel que fa a les fustes horitzontals el primer pas per al procés de recuperació ha estat l'alliberament total de l'element, tant de sediment com d'altres elements arqueològics. Un cop individualitzat, s'ha procedit a la documentació topogràfica individual en relació al conjunt de l'excavació i en relació amb els altres elements arqueològics del jaciment. Abans de la seva extracció s'ha realitzat una part de la documentació fotogràfica *in situ*, a través de la fotogrametria general del jaciment.

L'extracció dels pals verticals només s'ha fet quan ja s'havien excavat tots els nivells arqueològics. La seva recuperació en tots els casos s'ha reservat per als últims dies de campanya. Per tal de garantir la integritat dels pals i, sobretot dels seus extrems, sovint ha estat necessària l'excavació de pous seguint el pal vertical, fins a arribar al seu extrem clavat. Prèviament, de la mateixa manera que amb les fustes horitzontals, s'ha realitzat la seva documentació topogràfica i fotogràfica.

Aquest procés va permetre la documentació i registre de 271 pals verticals en el Sector D. El 100% van ser analitzats anatòmicament (Capítol 3.1.2.1), i mesurats en el punt per sobre la creta lacustre on el diàmetre fos màxim.

Pel que fa a les fustes horitzontals, aquestes es van poder excavar, documentar i extreure en la seva totalitat en el sector D. El total d'elements excavats i analitzats dintre d'aquesta categoria és de 494.

Eines

La metodologia de recuperació d'aquest tipus d'artefactes és la mateixa que en el cas dels elements arquitectònics: recuperació manual al jaciment intentant mantenir el màxim possible la seva integritat. En primera instància, s'ha alliberat l'eina de la superposició d'altres elements arqueològics (principalment elements arquitectònics) i aleshores s'ha procedit a la pertinent documentació fotogràfica i topogràfica *in situ*.

S'han analitzat el 100% dels elements excavats durant les campanyes 2010, 2011 i 2012 (un total de 9 elements).

On sí que hi ha hagut un mostreig és en la incorporació de materials de campanyes anteriors als nous estudis realitzats. Tal i com hem justificat anteriorment, tant sols s'han incorporat a l'estudi traceològic els pals apuntats i biapuntats, degut als diferents problemes que trobem a l'hora

d'interpretar la seva funcionalitat. D'entre els 39 pals apuntats corresponents a les campanyes 1995-2005 n'hem seleccionat 33. Els sis artefactes restants els hem descartat, bé per no estar disponibles per a l'estudi, o bé per presentar un alt percentatge de la seva superfície carbonitzada, dificultant-ne la seva anàlisi traceològica i morfològica.

Restes de talla

La seva recuperació es va realitzar tant de forma manual com a través del garbell (llum de malla de 5mms). La seva identificació sovint s'ha hagut de realitzar al laboratori.

S'ha analitzat el 100% dels elements excavats i recuperats (un total de 22 elements).

Fustes informes

Per a la resta d'elements de fusta que han aparegut durant el procés d'excavació i que hem anomenat fustes informes hem seguit dues estratègies de mostreig i recollida. Per una banda, les de major dimensions han estat recollides manualment de forma individualitzada referenciades seguint la quadrícula general del jaciment. Per altra banda en el garbell de 5 mms s'han recollit les petites branques de dimensions reduïdes. Tant en un cas com en l'altre són fustes de petit perímetre, que per tant no formen part dels elements arquitectònics estructurals ni estan organitzades espacialment de manera clara formant agrupacions o estructures. Aquest conjunt de fustes ha estat netejat i repassat detalladament posteriorment per determinar la possible existència de traces de manufactura que no hagin estat detectades durant l'excavació. El procés d'individualització de cada un d'aquests elements llenyosos informes és molt complicat per a l'arqueòleg degut a la gran quantitat de material i a la fragilitat d'aquest, però és una part imprescindible per al mostreig per tal d'evitar duplicitat d'informació. Les estratègies de mostreig aplicades a aquest material al laboratori es poden trobar a l'apartat 2.2.4.

Finalment el nombre total de fustes informes mostrejades i analitzades en el sector D de la Draga, van ser 2990.

2.2.3 – Registre de camp

El registre de dades, tant al camp com al laboratori, dels materials lignis del jaciment s'ha fet mitjançant unes fitxes de registre (Figura 14 i 15). Existeixen diverses propostes per al registre de camp dels materials lignis de medis humits, entre les publicades i accessibles destaca el treball de Brunning i Watson (2010). En el nostre cas hem desenvolupat una fitxa de registre que ha estat pensada especialment per poder documentar de forma adequada les fustes extreïdes del jaciment de la Draga i, posteriorment, acabar el seu estudi al laboratori, sempre en una mateixa fitxa. Malgrat que hagi estat dissenyada per a un ús concret, aquesta fitxatambé es pot aplicar en altres excavacions on sigui necessari registrar materials llenyosos, i de fet ja s'ha utilitzat a Els Vilars (775-325 a.n.e., Arbeca), La Dou (4900-4300 cal a.n.e – Sant Esteve d'en Bas), Estació Badalona Centre (Època romana, Badalona) i Carrer de la Foneria (Època romana, Barcelona).

El registre de dades mitjançant les fitxes s'ha complementat amb el registre fotogràfic (després de la neteja del material de fusta, s'han fotografiat sistemàticament el 100% dels artefactes, tant de forma general com els detalls rellevants), i amb el registre topogràfic. També es va plantejar la possibilitat de poder extreure motllos de silicona d'alguna traça tecnològica o funcional directament al jaciment en el cas que s'en localitzes alguna altament rellevant, i que pugui córrer el risc de modificar-se o fins i tot desaparèixer.

2.2.3.1. - Fitxes de registre

El registre dels elements llenyosos de la Draga s'ha focalitzat en dos moments diferents: durant el procés d'excavació i extracció, i durant el moment d'estudi al laboratori. Per a poder dur a terme aquests estudis, i poder documentar tots aquells aspectes que considerem rellevants, em elaborat un seguit de fitxes de treball de camp i de treball al laboratori.

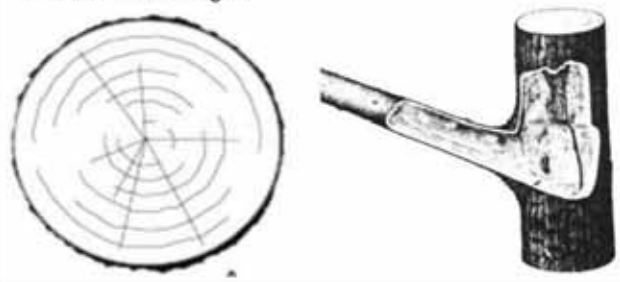
2.2.3.1.1 - Fitxes de camp

La documentació al camp de les fustes de la Draga s'ha fet en base a dues fitxes diferents. Una per a les eines, restes de talla i fustes horitzontals. Per als pals verticals es va dissenyar una fitxa a part, degut a què la seva forma d'excavació i recuperació demandava unes altres necessitats.

Fitxa per a eines, restes de talla i fustes horitzontals

Aquesta fitxa (Figura 14) va ser dissenyada per tal de poder obtenir el màxim d'informació possible respecte a l'objecte estudiat i que, al mateix temps, en gran part pogués ser omplerta al camp. Es tracta doncs d'una fitxa mixta, que permet registrar les dades més rellevants al camp, i que es pot complementar amb l'observació posterior més acurada al laboratori. En aquest apartat descriurem principalment els camps que recullen la informació del registre durant l'excavació. Els camps que apareixen a la fitxa s'expliquen a la Figura 14.

Aquesta fitxa s'ha utilitzat durant les campanyes de 2010, 2011 i 2012, per registrar les eines, els elements arquitectònics, i les restes de talla; és a dir, totes les matèries primeres extretes i elaborades, a excepció dels pals verticals.

LA DRAGA '11 – FITXA ANALÍTICA DE FUSTES I				
Jaciment	Data	Nivell Arq.	Estructura	Quadre
tipus de fusta	tipus conservació	Número	Coordenat	Ref. Fotogràfica
producte <input type="checkbox"/>	saturació <input type="checkbox"/>	Identificació taxonòmica		Estació de talla
preforma <input type="checkbox"/>	carbon. <input type="checkbox"/>			
resta talla <input type="checkbox"/>	dessecació <input type="checkbox"/>			
informe <input type="checkbox"/>	mineralitz. <input type="checkbox"/>			
Part anatòmica	Extracció	Situació en el tronc original 		
indeterminat <input type="checkbox"/>	Cortic. <input type="checkbox"/>			
branca <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>			
tronc <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>			
arrel <input type="checkbox"/>	+3 <input type="checkbox"/>			
nus <input type="checkbox"/>				
escorça <input type="checkbox"/>				
Part utilitzada				
tronc sencèr <input type="checkbox"/>				
mig tronc <input type="checkbox"/>				
quart de tronc <input type="checkbox"/>				
tauló <input type="checkbox"/>				
Tipus de secció	Mides màximes	Alçada:	Gruix:	
	Amplada:			
Croquis:				

LA DRAGA '11 – FITXA ANALÍTICA DE FUSTES II			LA DRAGA '11 – FITXA ANALÍTICA DE FUSTES III	
DESCRIPCIONS SEGONS L'ORIENTACIÓ			MOTILLOS:	
CARA	TIPUS DE MARQUES	DESCRIPCIÓ	Referència:	Descripció:
			OBSERVACIONS:	

Figura 14 – Fitxa de registre al camp per a fustes horitzontals, restes de talla i eines

Informació recollida durant el treball de camp:

Jaciment - Nom del jaciment d'on prové l'artefacte.

Data - Data d'excavació.

Nivell Arqueològic - Estrat arqueològic o unitat estratigràfica on s'ha recuperat.

Estructura - Estructura arqueològica a la qual s'associa l'artefacte.

Quadre - Pensat per als jaciments excavats en base a una quadrícula.

Tipus de Fusta - Primera classificació de l'element en base al procés de producció de béns. Les categories emprades són producte (elements arquitectònics i eines, és a dir, productes acabats), resta de talla, o fusta informe (Capítol 1.2).

Tipus de Conservació - Saturació d'humitat (no carbonitzat), carbonització, dessecació, mineralització.

Recollida – Manual o al garbell.

Número – Número de registre.

Coordenat – Número de registre en cas de que l'artefacte hagi estat coordinat en la topografia general del jaciment.

Referència fotogràfica – Número de registre de la documentació fotogràfica, tant *in situ*, com fora del jaciment o al laboratori.

Informació recollida mitjançant diferents tipus d'anàlisi al laboratori:

Identificació taxonòmica – Matèria primera; taxó de fusta a partir del qual s'ha elaborat l'artefacte.

Estació de tala – Moment d'extracció de l'element d'acord amb el cicle anual de creixement de l'arbre.

Núm. d'anells - Número d'anells de creixement observables en la secció de la fusta

Alteracions – Alteracions observades en el creixement dels anells.

Part anatòmica – Indeterminat, branca, tronc, nus, arrel o escorça.

Part utilitzada – Secció del tronc original, a partir del qual s'ha preparat el suport per a la seva posterior extracció: tronc sencer, ½ tronc, ¼ tronc, menys d'1/4 o tauló.

Extracció - Nombre d'extraccions o esberlats que s'han realitzat al suport abans de començar el procés d'elaboració.

Situació en el tronc original – Croquis de la situació de l'artefacte en l'esquema general d'un tronc tot marcant-ne l'orientació de les cares dorsal, ventral i laterals, sentit proximal i distal, aprofitament o no de branques.

Tipus de secció – Croquis de la secció final de l'artefacte i la seva situació en el tronc original, marcant-ne també l'orientació de les cares i el sentit.

Forma – Només per als elements arquitectònics. Forma general que pren l'artefacte: fusta rectilínia, fusta ondulada, tauló, forca, angle, incomplet (per aquelles elements que s'endinsen en la secció) o informe.

Branques – Només per als elements arquitectònics. Presència o absència de branques en l'artefacte, i en el cas de que no n'hi hagi, si això es deu a una selecció de la matèria primera o a un treball tecnològic de desbastat.

Mides màximes – Mides màximes de llargada, amplada i gruix que té l'artefacte.

Croquis – Croquis general de l'artefacte o de detall, per tal d'accentuar unes característiques concretes de la realitat material que segons el criteri de l'arqueòleg poden quedar infrarepresentades amb el registre fotogràfic.

Descripció segons l'orientació – Descripció de les traces tant tecnològiques com funcionals que es puguin observar a simple vista, així com d'aquells aspectes que ens puguin semblar rellevants per a l'estudi de l'artefacte en qüestió. La descripció és fa indicant:

Cara – Localització de la traça o característica que es descriurà, seguint el protocol que vam establir per a la descripció de les eines de fusta al Treball Final de Màster (López 2008a, 2008b, 2010; López et al. 2012).

Tipus de marca – Característica que volem descriure: si es tracta o no d'una traça, si és funcional o tecnològica, si es tracta d'una fractura, osca, aixafament, faceta de desbastat, marca d'esberlat, estria, polit, etc.

Descripció – Descripció de la forma, mides, colors, orientació, relació,... i de totes les característiques rellevants per a l'estudi de l'artefacte.

Motllos – Indicar si s'han fet motllos per estudiar les traces.

Referència – Número de registre del motllo extret.

Descripció – Descripció tant dels motius que ens han fet prendre la decisió d'extreure'n un motllo, així com de les característiques que pren la traça, o regió que hem volgut emmotllar.

Observacions – Espai reservat per a poder afegir qualsevol aspecte que ens sembli rellevant per a l'estudi de l'artefacte en qüestió.

Fitxa de camp per als pals verticals

La fitxa dels pals verticals és una variant de l'anterior ja que segueix el mateix criteri de registre d'informació. Es tracta d'una matèria primera elaborada i, com a tal, ens interessa registrar els diferents aspectes anatòmics, morfològics i traceològics, de la mateixa manera que en el cas d'eines, fustes horitzontals i restes de talla.

L'extracció dels pals verticals (concentrada en pocs dies al final de la campanya d'excavació) va fer necessària una fitxa de camp (Figura 15) menys detallada i ràpida de completar que l'exposada anteriorment (Figura 14). A part, en el registre de pals verticals, ens interessava especialment poder documentar aspectes com l'orientació i la seva inclinació, dues característiques que fins ara tant sols havíem registrat topogràficament a través de l'estació total. La fitxa dissenyada per al registre dels pals verticals al camp, se centra en documentar aquelles dades (sobretot d'ubicació i posició), que es poden perdre després de la seva excavació, deixant per a la documentació al laboratori la resta de dades a registrar.

Núm.:	Diàmetre:	Fotografies:	Croquis:
Quadre:	Inclinació:	Secció:	
Coordenats:	Orientació:		
Forma de la punta clavada:		Observacions:	

Figura 15 – Fitxa de registre al camp per a pals verticals.

Núm. – Número atorgat en el registre de pals verticals.

Quadre – Quadre on s'ubica l'extrem visible del pal vertical.

Coordenats – Número atorgat en el registre de materials coordenats.

Diàmetre – Diàmetre de la part més gruixuda visible del pal a sobre el nivell geològic, en centímetres.

Inclinació – Graus d'inclinació de l'extrem sobresortint del nivell geològic.

Orientació – Orientació segons els punts cardinals que segueix el pal des de que sobresurt del nivell geològic fins a l'extrem no enterrat.

Fotografies – Número de registre de la documentació fotogràfica, tant *in situ*, com fora del jaciment o al laboratori.

Observacions – Observacions referents a les característiques del pal vertical, així com del procés d'excavació, com per exemple si s'ha pogut extreure o s'ha hagut de quedar en el jaciment, si s'ha pogut extreure l'extrem apuntat o no, si s'endinsa en el perfil o si té alguna forma o característica destacable.

Croquis – Croquis general de l'artefacte o de detall, per tal d'accentuar unes característiques concretes de la realitat material que segons el criteri de l'arqueòleg poden quedar infrarepresentades amb el registre fotogràfic. Sistemàticament es representava l'element estudiat tant seguint el pla horitzontal, com el pla vertical.

Secció - Secció del tronc original, a partir del qual s'ha preparat el suport per a la seva posterior extracció: tronc sencer, ½ tronc, ¼ tronc, menys d'1/4, tauló,...

Forma de la punta clavada – Forma de l'extrem clavat en el sediment geològic: bisell simple, doble bisell, punta cònica, punta fracturada,...

Forma general – Forma general del pal vertical tant pel que fa a la seva torsió (recte, ondulada, angle,...) com per les branques (presència, absència, regularitzades,...).

Fitxa per a les fustes informes

En el cas de les fustes informes, el registre de camp que s'ha realitzat ha tingut per objectiu controlar a quins quadres i nivells arqueològics s'havia extret material, i en quins no. El mostreig i la resta d'anàlisi s'ha realitzat tot en el laboratori i segueix el mateix criteri que per les altres fustes.

2.2.3.1.2 - Fitxa de laboratori

Per al registre de laboratori de tots els elements de fusta estudiats ens vam centrar en aspectes morfològics i anatòmics. Aquesta anàlisi es va realitzar a la totalitat d'elements de fusta seleccionats per a aquest treball. En la mesura que tots aquests elements són matèria bruta i matèria primera obtinguda, ens interessaran el procés de selecció i obtenció d'aquesta matèria. L'estudi d'aquests processos es fa a través de la forma i anatomia al Laboratori d'Arqueobotànica de la UAB.

El registre de laboratori es va fer mitjançant una base de dades on es registraven les següents característiques:

Número de registre – Número atorgat en el registre, on també s'indica la campanya, estructura, quadre i/o niell del qual procedeix l'element analitzat.

Taxó – Matèria primera; taxó de fusta.

Diàmetre – Diàmetre de la part més gruixuda (sense contar nusos) de la fusta informe analitzada.

Anells – Número d'anells de creixement que s'identifiquen en la secció de la fusta

Talla – Moment de creixement de la fusta en el seu últim anell, és a dir, en quin moment del cicle anual s'ha obtingut/talla.

Alteracions - Alteracions observades en el creixement dels anells

2.2.3.2 - Registre fotogramètric

La fotogrametria és el mètode de registre dels nivells arqueològics mitjançant les fotografies ortogonals georeferenciades (Barceló & Vicente 2004; Orengo 2013). Aquest sistema permet generar plantes i perfils de gran precisió a partir de les fotografies realitzades durant l'excavació. A diferència del registre fotogràfic, la fotogrametria permet superar-ne els problemes més immediats (Piqué et al. 2013): la fotografia és un model deformat que altera la mètrica de la realitat i per això no respecta les relacions espacials entre les entitats representades, a més, només proporciona la variació d'una propietat en un espai amb dues dimensions (x, y). El primer problema té solució per mitjà de les tècniques de correcció i ortorectificació pel qual una fotografia es transforma en projecció ortogonal exacta amb escala constant, i mesures exactes de distància i direcció (Piqué et al. 2013). Per a resoldre el segon problema es treballa amb SIG (Sistema d'Informació Geogràfica), que compta amb eines que permeten generar noves dades derivades de les existents a través de l'anàlisi de les seves relacions espacials (Piqué et al. 2013)

Aquesta tècnica és especialment útil per registrar les relacions entre les restes d'elements arquitectònics que es destrueixen a mida que s'extreuen les peces. Ens permet fer l'anàlisi de dades en temps real i, per tant, generar *in situ* plantes de distribució de les restes trobades, podent revisar al moment les hipòtesis de treball i prendre les decisions adequades respecte al desenvolupament de l'excavació. Aquest mètode substitueix de forma eficaç les plantes dibuixades (utilitzades a les campanyes 1990-2005) per a la representació de manera exacta de la situació trobada al camp. En les fotogrametries apareixen representats tots els elements arqueològics del jaciment, és a dir, també estan representats tots els elements de fusta de la Draga.

2.2.3.3 - Registre topogràfic

Es tracta de la informació espacial, de les coordenades geogràfiques de cada element registrat. Els elements coordinats se situen en una quadrícula tridimensional general per a tot el jaciment amb tres dades de situació coordinades (X, Y, Z). Aquesta situació s'ha realitzat amb una estació total Trimble 5000 amb ordinador Geodimeter incorporat des de la campanya del 2010 (Chinchilla et al. 2013).

Eines, elements arquitectònics i residus de talla identificats a camp han estat georeferenciats amb l'estació total. A cada artefacte se li atorga un número de coordinat seguint el registre de coordinats general. La informació que acompanya el registre analític són les coordenades de punts extrems de cada eina i, si s'escau, altres punts referents a les bifurcacions o d'altres irregularitats.

Per a les fustes horitzontals i pals verticals es segueix la numeració establerta des de l'any 1991, a cada element se li atorga un número consecutiu (F-001, F-002,... en el cas de les fustes horitzontals, o P-001, P-002,... en el cas dels pals verticals). Per a restes de talla i eines s'utilitza la numeració correlativa que es dona a la resta d'artefactes arqueològics coordinats

En el cas de les fustes informes no s'han registrat les coordenades sinó que s'han referenciat a la quadrícula general de l'excavació, així han estat recollides per metre quadrat i nivell.

2.2.4 - Mostreig al laboratori

El mostreig de laboratori s'ha desenvolupat a dos nivells: per una banda en relació a la part de l'element arquitectònic en el que s'ha fet l'anàlisi dendrològica. i per l'altra en relació a la quantitat de restes a analitzar.

Com han determinat múltiples autors, a l'hora d'analitzar els elements llenyosos des d'una perspectiva dendrològica cal que la part analitzada reuneixi una sèrie de requisits que permetin obtenir mostres per a l'observació de les característiques anatòmiques (Fischesser 2000; Hather 2000; Jacquot 1955; Jacquot et al. 1973; Mauseth 1988; Schöch et al. 2004; Schweingruber 1976, 1978, 1987, 1990, 1996, 2001, 2007; Schweingruber et al. 2008). L'anàlisi anatòmica inclou, a més de la determinació de l'espècie, el comptatge total d'anells per determinar-ne l'edat dels individus utilitzats, la identificació d'alteracions durant el procés de creixement de l'arbre que ens parla de les condicions en que va viure l'individu, o el moment de tala. Amb aquests objectiu s'ha hagut de mostrejar cada un dels elements analitzats en un punt el més proper possible a l'extrem proximal, entenent per proximal la part del tronc més propera a l'arrel que és la part més antiga de la fusta (Schweingruber 2007; Schweingruber et al. 2008). També s'ha tingut en compte la conservació de l'escorça (quan és present) ja que només així es pot determinar el moment de la mort de l'arbre (Crivellaro & Schweingruber 2013). Finalment la mostra s'ha d'agafar en el punt més allunyat possible de branques i nusos ja que presenten alteracions naturals de l'anatomia. D'aquesta forma es té la seguretat de tenir representada en la mostra l'escala temporal més àmplia possible.

Generalment s'ha dut a terme una recollida total o molt exhaustiva. Només en el cas dels elements de fusta informes s'ha realitzat un submostreig al laboratori, atès el gran nombre d'elements que apareixien dintre d'aquesta categoria, i la naturalesa de la informació que se'n pretenia extreure. Els criteris que s'acostumen a utilitzar per mostrejar al laboratori tenen a veure amb la riquesa taxonòmica, ja que generalment la determinació de les espècies econòmicament i ecològica més rellevants ha estat un dels principals objectius dels estudis del material ligni. En el nostre cas volíem tractar altres aspectes per caracteritzar el tipus de fusta representat, a més del taxó. Per això buscàvem per una banda documentar el més exhaustivament possible els taxons i per l'altre la diversitat de tipus de fusta (edat, moment de talla, calibre). Estudis previs sobre fustes carbonitzades han demostrat que una quantitat de entre 200-400 fragments de carbó per nivell arqueològic és suficient per documentar la diversitat taxonòmica (Buxó & Piqué 2003; Caruso 2012; Piqué 1999). Podríem haver extrapolat aquest criteri al cas de les fustes, però hem considerat que havíem de tenir en compte també la heterogeneïtat en la distribució espacial de les restes, per aquest motiu hem volgut tenir representada la diversitat espacial i mostrejar les restes per metre quadrat.

D'acord amb aquest criteri, per cada nivell arqueològic documentat durant l'excavació es van analitzar fins a un màxim de 25 fragments informes per metre quadrat (o quadre de l'excavació) de cadascuna de les dues vies de recollida de fustes, sempre seleccionats de forma aleatòria: les recollides manualment durant l'excavació o les de petites dimensions procedents del garbell. Així sumant les restes analitzades en les dues fraccions donen un màxim de 50 fragments informes de fusta per quadre i nivell, el qual considerem que representa de forma ajustada la composició de cada nivell. Els estudis realitzats sobre la diversitat taxonòmica de les fustes en el cas de la Draga (Bosch et al. 2006b; Piqué 2000) indiquen baixa diversitat i alta homogeneïtat en la distribució dels taxons en l'espai, el que ens permet considerar que aquesta quantitat proporciona una bona representació de

la diversitat de les fustes del nivell (Antolín et al. 2013). Per altra banda, estudiar les fustes recollides a mà i les del garbell permet tenir representats tots els perímetres de fusta i eliminar el possible biaix que suposaria restringir l'anàlisi a només les fustes de gran mida. Considerem que entre aquestes fustes podem tenir representats diversos processos de formació dels conjunts i per això cal realitzar un estudi sistemàtic de les mateixes.

Aquesta estratègia de mostreig també es va aplicar en aquells casos en els quals vam poder detectar concentracions destacables de petits elements de fusta. Aquestes concentracions van ser excavades com a unitats independents i mostrejades com a tals: 25 elements per quadre de forma manual, i 25 elements recuperats d'entre el sediment en el garbell.

Tots els elements mostrejats havien de conservar la secció sencera. Aquest criteri permetia evitar en gran mesura l'anàlisi de fragments petits procedents de fustes més grosses com a elements individuals. A més, aquest és un tret imprescindible per aplicar algunes de les anàlisis previstes que requereixen la conservació de l'escorça (diàmetre, nombre d'anells o estació e tala)..

2.2.5– Tractament dels materials durant l'excavació i estudi

Els materials orgànics conservats en medis anòxics saturats d'aigua pateixen un procés de descomposició molt lent en comparació amb els que es troben en ambients terrestres. Encara que es veuen afectats per microbacteris, generalment presenten un bon estat de conservació (Björdal & Nilsson 2001; Björdal, Nilsson & Daniel 1999; Kim, Singh & Nilsson 1996; Blanchete 2010; Brothwell & Pollard 2005). No obstant això, un cop s'extreuen de l'entorn en el qual estan enterrades comença un ràpid procés de deteriorament que implica en primer lloc el col·lapse de les cèl·lules degut a la deshidratació i posteriorment la seva descomposició fins la destrucció total de la matèria (Hoffman & Jones 1990; Gelbrich, Mai & Militz 2008) si no es prenen les mesures adequades per a la seva preservació. Per això cal evitar en un primer moment que es produeixi una deshidratació de les restes o que hi actuïn fongs i bacteris, causants del procés de descomposició. Les intervencions de conservació s'han de fer des del mateix moment de l'excavació (Piqué et al. 2013). A més l'estudi complet dels artefactes confeccionats amb matèria orgànica requereix la manipulació d'aquestes peces durant períodes de temps prolongats, pel que és necessari actuar ja des de l'inici en la seva preservació i evitar que aquesta manipulació, necessària per dur a terme l'estudi dels materials, produeixi danys irreparables en els materials

Els tractaments per a la conservació dels materials llenyosos en el jaciment és essencial per a poder realitzar l'estudi ja que eviten la deshidratació i per tant la deformació/degradació de les restes. Cal tenir en compte que la restauració pot alterar moltes de les característiques formals i mètriques dels materials llenyosos i que per tant l'anàlisi de les peces s'ha de fer amb anterioritat. Durant el procés d'extracció de les fustes al jaciment i la manipulació per al seu estudi, aquests elements arqueològics s'hauran de mantenir en un estat constant i controlat d'humitat (Aguer 2006; Chinchilla 2011) i només després d'aquest es podrà procedir a la restauració si s'escau.

La fusta en medis amarats en aigua es conserva gràcies a la presència d'aigua a l'interior de les seves cavitats. Per tant, l'assecatge incontrolat seria fatal per a la fusta, ja que l'evaporació de l'aigua degradaria les cavitats cel·lulars buides, creant deformacions, fissures i encongiments totalment

irreversibles (Brunning 2010; Chinchilla 2011). Per evitar la degradació es procura que no perdin aquesta saturació d'humitat col·locant-les a l'ombra, regant-les periòdicament i més tard ubicant-les en piscines, recipients amb aigua o bosses hermètiques al buit.

En els casos que les fustes necessitin processos de consolidació i conservació més complexos que no és poden realitzar en el si de l'excavació, aquestes es traslladen al laboratori de camp on es realitza la neteja i control de l'activitat biològica en aquest medi humit mitjançant l'aplicació de una solució biocida. En els casos extrems dels objectes que presenten molta fragilitat o descohesió interna, aquests són extrets en bloc amb el sediment que els envolta, i alliberats del mateix amb cura al laboratori instal·lat al mateix Parc Neolític de la Draga.

Un punt important previ a l'estudi dels materials llenyosos és la seva neteja. Aquest és un procés molt bàsic però essencial per tal de poder desenvolupar un estudi complert en bones condicions. Aquesta neteja es realitza amb extrema precaució ja que durant aquest procés es podria eliminar gran part de la informació a analitzar pels diversos especialistes.

Un cop tots els elements han estat emmagatzemats per tal d'evitar la proliferació d'organismes s'hi aplica una solució biocida en els contenidors amb aigua en els quals es dipositen les fustes. En el cas dels objectes petits o extremadament delicats (com el cas d'algunes eines), a més, s'han emmagatzemat en condicions de refrigeració durant l'excavació i finalment s'han traslladat als laboratoris del Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya on s'ha procedit a la seva restauració.

2.2.6 - Anàlisi

2.2.6.1 – Anàlisi morfològica

Des dels inicis del desenvolupament dels estudis de materials arqueològics, la seva classificació a partir de tipologies formals ha estat una de les bases per a la realització de propostes funcionals dels artefactes, com és el cas dels artefactes lítics (Bordes 1961; Laplace 1964, 1972) o ceràmics (Rice 1987; Balfet et al. 1983; Gardin 1985) ja que es parteix de la premissa que la funció determina la forma. Una de les aproximacions més aplicades ha estat l'analogia formal entre els artefactes arqueològics amb d'altres actuals la funció dels quals es coneix a través de treballs etnogràfics o etnoarqueològics. El principal problema d'aquestes aproximacions recau en el fet que aquestes en tot cas només permeten plantejar hipòtesis d'ús i manufactura; les contrastacions s'hauran de realitzar sempre a través de l'anàlisi de la materialitat recuperada. Amb el plantejament i desenvolupament dels nous projectes de recerca al voltant del jaciment de la Draga (dels quals aquest treball en forma part) es pretén contrastar les hipòtesis tecnològiques i funcionals i aprofundir tant en els processos de manufactura com d'ús i consum a partir de l'anàlisi de les traces. En qualsevol cas, és imprescindible l'anàlisi morfològica ja que és la base per a l'estudi dels artefactes. Com hem assenyalat forma i funció estan molt relacionades i per això ha estat un dels enfocaments més habituals en l'estudi dels artefactes arqueològics lítics o ceràmics. L'anàlisi a partir de tipologies formals ens serveix també per classificar i per comparar entre les diferents tipologies (Eiroa 1989).

En el nostre cas d'estudi, l'anàlisi morfològica s'ha concentrat en tres de les categories de materials estudiats: eines, elements arquitectònics i restes de talla o residus. L'altra categoria d'estudi que

analitzem en aquest treball (fustes informes) no ha estat estudiada des d'aquesta perspectiva ja que les restes no presenten traces de manufactura que indiquin que s'han produït formes de forma intencional. Si bé és cert que la forma de les branques pot haver determinat la seva selecció per a ser utilitzades el tipus d'anàlisi que hem realitzat parteix d'altres criteris que s'exposen més endavant (apartat 1.2).

L'objectiu principal de l'anàlisi de la morfologia és poder arribar a establir hipòtesis sobre els usos i processos de treball que han afectat a cada artefacte. Es parteix de la classificació a partir dels seus trets morfològics i mètrics.

En el cas que ens ocupa, l'anàlisi o descripció morfològica i analogia formal ha estat, fins al 2005, l'única forma d'aproximació a la funcionalitat dels objectes de fusta de la Draga (Bosch et al. 2006b; Bosch et al. 2005). Si bé ja es van fer aproximacions al procés de manufactura i d'ús, a partir de les característiques i traces macroscòpiques, tant de les eines de fusta (Bosch et al. 2000), com de les fustes arquitectòniques (Bosch et al. 2000), en el cas dels elements arquitectònics i restes de talla o residus, aquesta no va ser tant sistemàtica.

2.2.6.1.1 - Eines

L'anàlisi morfològica de les eines de les campanyes anteriors a 2005 ja va ser realitzada i presentada en una monografia especialment dedicada a les eines de fusta de la Draga (Bosch et al. 2006a). Part d'aquesta col·lecció ha estat revisada en motiu d'aquest treball per tal de dur a terme una observació i descripció sistemàtica de les traces de les seves superfícies. Concretament ens em centrat en les 39 eines que van ser classificades com a *pals apuntats* o *pals cavadors* (Bosch et al. 2006b), una de les categories més problemàtiques a l'hora d'interpretar la seva funció. A part de revisar les traves funcionals, també hem repassat les traces tecnològiques, per tal de continuar ampliant els nostres coneixements sobre el procés de producció, i continuar millorant també els processos experimentals.

Pel que fa a les excavacions 2010-2012, el nombre d'eines de fusta recuperades ha estat molt inferior en nombre que en les campanyes anteriors. Per a la seva classificació morfològica hem seguit els criteris emprats en les campanyes anteriors (Bosch et al. 2006b), registrats en la fitxa de camp:

- Les dimensions: llargada, amplada i gruix, en el cas que la peça presenti una forma asimètrica es prenen més mesures de les diferents parts.
- Per a la caracterització del suport s'ha determinat la part anatòmica utilitzada i la situació de la peça en el tronc original. Els trets anatòmics macroscòpics són els que permeten determinar aquest tret: presència d'escorça, presència de branques i orientació de les mateixes, i orientació de les fibres i dels trets anatòmics.
- Per determinar el procés de manufactura en primera instància s'ha identificat la secció del tronc a partir del qual s'ha preparat el suport. En el cas que l'eina estigués confeccionada a partir d'un tronc desbastat, s'ha establert el nombre mínim d'esberlats necessaris per a la seva elaboració. L'anàlisi morfològica del procés de manufactura de les eines ha acabat amb la localització i determinació de les altres traces tecnològiques com ara facetes de desbastat o polit.

Les adscripcions formals en una categoria o altra d'aquestes eines s'ha realitzat seguint paral·lels etnogràfics, arqueològics i actualismes, aquesta adscripció formal implica una proposta funcional en la majoria dels casos.

2.2.6.1.2 - Fustes arquitectòniques

La classificació morfològica dels elements arquitectònics s'ha presentat a l'apartat 2.1.3. Els trets en els que ens hem fixat per a l'anàlisi morfològica són aquells que ens han permès aprofundir tant el procés d'obtenció i treball del suport original de l'artefacte, com del seu ús un cop manufacturat. Aquests trets es registren seguint criteris que ja van ser utilitzats en les anàlisis realitzades prèviament (Bosch et al. 2000), així com d'altres que s'han incorporat per a aquest treball. L'aproximació s'ha dut a terme a camp i en funció de diversos criteris: tipus de secció, forma de l'extrem apuntat, forma de l'artefacte, presència o absència de branques:

Tipus de secció

És la forma de la secció transversal que presenta l'artefacte aprofitat. El seu estudi ha estat un aspecte àmpliament tractat (Coles et al. 1978; Coles & Coles 1986; Crone & Barber 1981; Pillonel 2007; Vermeeren 2001; Martín 2012). La informació que en podem obtenir al respecte és sobre la inversió de treball realitzada per a l'elaboració de l'artefacte, així com la seva funció final, en base a les característiques que ofereix cada una de les parts del tronc d'un arbre. En cas que la secció correspongui a la totalitat o part del perímetre del tronc indica que la inversió de treball ha estat mínima pel que fa al procés de transformació del artefacte. En canvi les seccions trapezoïdals indiquen que s'han realitzat diversos esberlats longitudinals per obtenir la forma desitjada i, per tant tenen una inversió de treball superior.

En aquest cas, pals verticals i fustes horitzontals s'han hagut de classificar de forma diferent degut a la gran diferència en aquest aspecte que presenta cada un dels grups.

Pel que fa als pals verticals la classificació és simple i la dividim entre:

- Secció sencera (1/1): quan conserva íntegrament el perímetre del tronc.
- Mitja secció (1/2): quan el tronc ha estat partit per la meitat, és a dir, conserva la meitat del perímetre.
- Terç de la secció (1/3): quan conserva menys de la meitat, el qual indica que ha estat seccionat més d'un cop.
- Secció trapezoïdal: resultat d'una formatització més elaborada que indica forma de tauló.

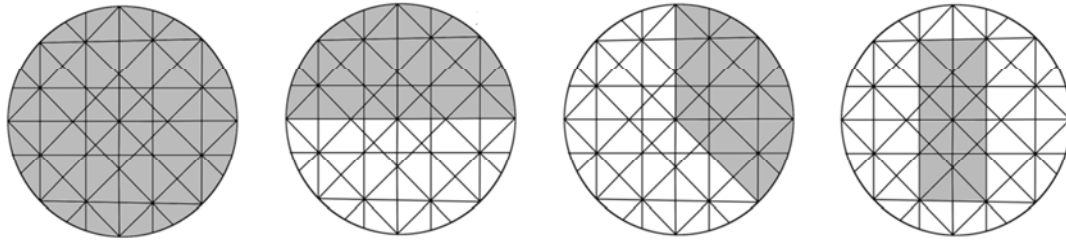


Figura 16 - Tipus de seccions dels pals verticals de la Draga (d'esquerra a dreta): secció sencera , mitja secció, terç de secció i secció trapezoïdal .

La classificació en el cas de les fustes horitzontals ha estat més complexa per dos aspectes principals: 1) hi ha un nombre superior de formes regulars documentades, 2) hi ha un gran nombre de formes no regulars.

Davant de l'alt nombre de seccions no regulars o informes, hem elaborat una proposta de classificació dels elements arquitectònics en base a la forma de la seva secció. L'objectiu d'aquesta proposta és poder incorporar en una mateixa classificació els processos de treball i d'elaboració dels artefactes, aspectes d'aprofitament de la fusta, així com aspectes funcionals entenent aquests artefactes com a elements arquitectònics.

Per a la classificació partim en primera instància del nombre d'esberlats mínims necessaris per tal d'elaborar la peça estudiada: 0, 1, 2, 3 o 4. El segon aspecte tingut en compte per a aquesta classificació és la situació i/o sentit d'aquests esberlats en el sí del tronc original, entenent tres opcions diferents: seguint el tall radial, seguint el tall tangencial incorporant el nucli i seguint el tall tangencial sense incloure el nucli (Figura 17).

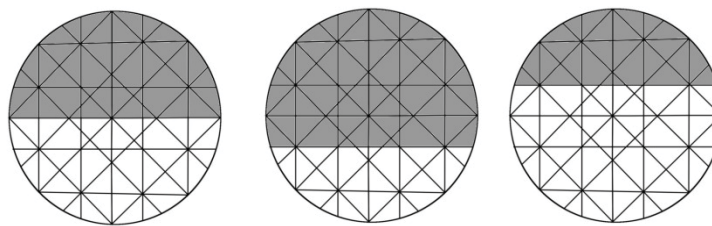


Figura 17 – Classificació de les fustes horitzontals de la Draga: secció amb esberlat radial (esquerra), secció amb esberlat tangencial i nucli (centre), secció amb esberlat tangencial sense nucli (dreta)

D'aquesta manera s'ha aconseguit una classificació on apareixen 39 formes diferents. Aquestes les podem separar en base al nombre d'esberlats necessaris per a la seva elaboració: 1 forma amb cap esberlat, 3 formes amb 1 esberlat, 13 formes amb 2 esberlats, 15 formes amb 3 i 7 formes amb 4 (Figura 18).

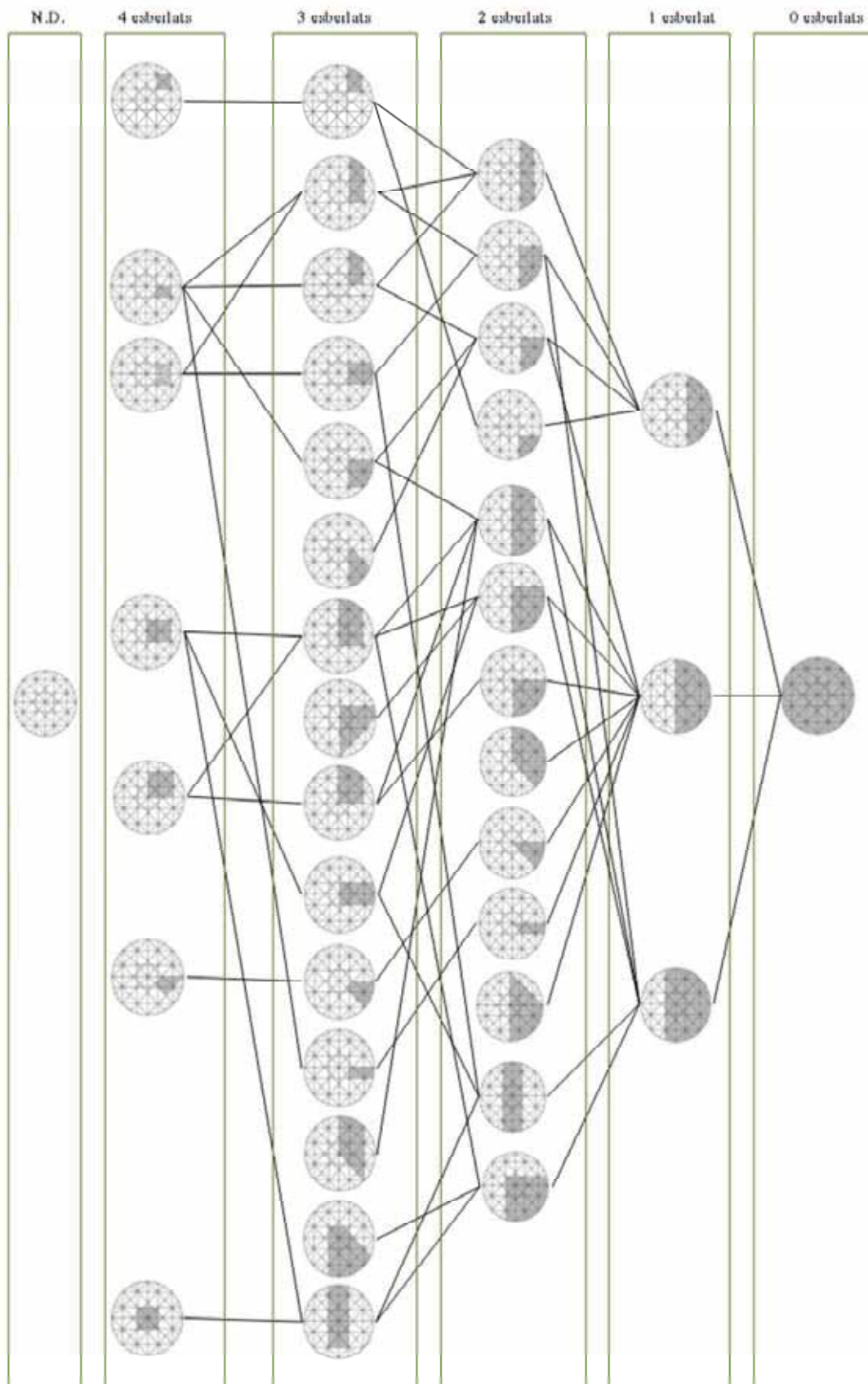


Figura 18 - Esquema de les diferents seccions potencials obtingudes amb la combinació del nombre d'esberlats i la situació i orientació d'aquests. Les seccions estan connectades en base a la secció a partir de la qual pot haver estat obtinguda, i a partir de les que en poden sorgir.

Forma de l'extrem apuntat

Aquesta és una categoria d'anàlisi especialment pensada per als pals verticals ja que és la característica que sistemàticament presenta l'extrem clavat al substrat. La classificació en base a aquest aspecte ens ha d'ajudar a establir una diferenciació entre la inversió de treball per a l'elaboració de l'extrem de cada pal i, a partir d'aquí, la rellevància de cada un d'aquests pals verticals. Aquesta classificació es basa en la classificació dels pals verticals que ja s'havia realitzat en les campanyes anteriors de la Draga (Bosch et al. 2000), a la qual hi hem afegit alguna categoria nova a partir de l'observació dels materials.

Les formes principals documentades en els extrems treballats d'aquest tipus d'artefacte són, ordenats de menys a més inversió de treball (Figura 19):

- Extrem amb fractura directa: es tracta d'extrems que no presenten cap tipus de traça tecnològica i on s'observa la fractura i separació de les fibres vegetals. La preparació de l'extrem s'ha realitzat amb una fractura directa, sense cap tipus de suport extra.
- Extrem amb tall horitzontal: s'observen traces a l'extrem, però aquestes no formen una punta, és a dir, segueixen una direcció horitzontal.
- Extrem esberlat: l'extrem forma un bisell simple a partir d'una traça d'esberlat en sentit longitudinal obliquu.
- Extrem bisellat (bisell simple o doble): l'extrem presenta facetes de desbastat formant un bisell, en una o dues cares del pal vertical i, per tant, formant un bisell simple o doble.
- Extrem cònic: l'extrem presenta facetes de desbastat en tota la seva superfície formant un extrem apuntat.



Figura 19 - Exemples dels diferents tipus puntes documentats en els pals verticals: fractura directa (superior-esquerra), tall horitzontal (superior-dreta), esberlat (mig-esquerra), bisell simple (mig-dreta), bisell doble (inferior-esquerra) i punta cònica (inferior-dreta).

Mides

Amb la classificació en base a les mides hem volgut obtenir informació sobre el tipus de suports seleccionats i de la forma dels artefactes utilitzats.

Les mides principals que s'han utilitzat per a la classificació de cada una de les categories són:

- Llargada i diàmetre per a les fustes horitzontals.
- Diàmetre per als pals verticals. La llargada en aquest cas no ens respon cap qüestió ja que la part superior del 100% d'aquests artefactes s'ha degradat i ha desaparegut.

Un altre aspecte a tenir en compte relacionat amb les mides és la mida del tronc original. A partir de l'anàlisi anatòmica i la curvatura dels anells de creixement, en el cas dels artefactes que no conserven la secció sencera, es pot obtenir aquesta informació. Aquesta ens ajuda a caracteritzar la forma dels suports utilitzats com a elements arquitectònics (ja siguin pals verticals o fustes horitzontals).

A partir dels diàmetres s'han establert subgrups. L'objectiu ha estat buscar patrons pel que fa a la selecció de troncs de determinades mides segons les funcions. Els grups s'han establert a partir d'interval·les de 5 mil·límetres en el cas dels diàmetres. Pel que fa a la llargada és una mida que presenta més dificultat per classificar les restes en grups ja que com hem assenyalat en alguns casos no tenim la seguretat que l'artefacte s'hagi conservat íntegre. No obstant, sí que s'ha pogut utilitzar aquesta mida per diferenciar alguns tipus de fusta quan s'ha tingut la seguretat que s'ha conservat en la seva totalitat. La llargada de les fustes pot aportar informació de la seva funció a la vegada que sobre les possibles dimensions de les estructures de les quals procedeixen.

Forma de l'artefacte

La classificació de les restes arquitectòniques segons la forma ha partit de la secció longitudinal, la qual en la majoria dels casos coincideix amb la dels troncs emprats ja que no s'ha produït cap modificació de la mateixa. S'han realitzat subgrups dintre del grup de pals verticals per una banda i de fustes horitzontals per l'altra:

- Pals verticals: artefacte de secció rectilínia, artefacte corbat, forca, o angle.
- Fustes horitzontals: artefacte rectilini, artefacte corbat, forca, angle (d'aproximadament 45° o 90°), incomplet (per a aquells artefactes que pel fet d'endinsar-se en el perfil no excavat, no se'ls pot observar la forma total), o indeterminat.

Abans de realitzar les respectives anàlisis, és convenient aclarir el significat que donem a cada una de les categories morfològiques que s'han identificat (Figura 20):

- Per artefacte de secció longitudinal rectilínia s'entenen tots aquells que no presenten cap angle significatiu, i l'eix del qual no varia gaire en tota la seva llargada. Un percentatge important d'elements arquitectònics que s'inclouen en aquesta categoria adquireixen forma rectilínia després del procés de transformació (taulons), i no tant per la forma original del tronc.
- Artefactes de secció longitudinal corbada són aquells l'eix dels quals varia d'un extrem a l'altre; generalment presenten una forma sinuosa.
- Les forques són aquells artefactes en els quals el tronc es bifurca en diverses branques, generalment dues, en un dels seus dos extrems.
- Per últim, per angle considerarem tots aquells elements arquitectònics que conserven una branca lateral que forma un angle respecte al tronc. Per tant, considerarem angles aquells elements que en tenen forma, però que, a més, puguem atribuir a aquesta un origen antròpic, a través de l'observació de traces de desbastat o d'esberlat en la branca tallada.



Figura 20 - Exemples dels diferents tipus de formes de fustes horitzontals i pals verticals: recte (núm. 520), ondulat (núm. 481), angle d'aproximadament 45° (núm.228), angle d'aproximadament 90° (núm.474), i forca (núm.309).

Presència o absència de branques

Les branques són un element intrínsec en qualsevol matèria primera llenyosa obtinguda i són presents a tots els arbres de manera natural. El fet que s'hagi escollit una matèria primera amb branques o no, i que aquestes hagin estat eliminades o no, ens informa sobre el grau de selecció de la matèria primera i la inversió de treball utilitzada en la manufactura de l'artefacte, així com de la funció que hagi pogut desenvolupar.

En l'anàlisi morfològica s'ha diferenciat entre fustes amb branques o fustes sense branques. A nivell tecnològic ens interessa aprofundir en si aquesta absència de branques és degut a una selecció de la matèria primera (sense branques) o a un treball sobre aquesta matèria primera que hagi implicat l'eliminació o modificació de les branques (branques regularitzades).

Aquest tipus d'anàlisi, només es podrà realitzar en aquells artefactes de fusta que en el jaciment conservin la cortical de la fusta en algun punt de la seva superfície.

Tant en el cas de les fustes horitzontals, com en el dels pals verticals, els grups en els quals hem dividit aquesta característica són: amb branques, sense branques, o bé amb branques regularitzades.

2.2.6.1.3 - Restes de talla o residus

En el cas de les restes de talla o residus, l'anàlisi morfològica s'ha centrat en determinar la posició original en el tronc o branca utilitzat. L'objectiu és veure'n quin ha estat el tipus de suport a partir del qual s'ha extret l'element en qüestió. De nou els trets anatòmics macrosòpics són els que permeten determinar aquest tret: presència d'escorça, presència de branques i orientació de les mateixes, orientació de les fibres i dels trets anatòmics en el cas que es puguin localitzar.

2.2.6.2 - Anàlisi de traces: experimentació i metodologia

L'anàlisi funcional s'ha convertit en una metodologia fermament establerta en la investigació arqueològica en diversos països del nostre entorn. Des de la seva introducció a mitjans del s. XX (Semenov 1981; Keeley 1980) s'ha aplicat, principalment, a l'anàlisi de les traces d'ús en artefactes lítics tallats, tot i que el seu objectiu final sigui la identificació de qualsevol activitat econòmica de qualsevol tipus de material realitzada per comunitats prehistòriques (Risch et al. 2002). No obstant ja des de l'inici de desenvolupament de la tècnica ja es van realitzar també aplicacions sobre fusta (Semenov 1981). No serà fins anys més tard (anys 70), quan a la Península Ibèrica es comencen a aplicar aquests tipus d'estudis per a l'anàlisi de materials lítics més enllà de les descripcions tipològiques (Delibes 1974; Vila 1980, 1985, 1987).

Tal com diu V. Schelinski, "l'anàlisi funcional neix en el sí de la mateixa arqueologia" (1981, cit. Clemente 1989), i la seva finalitat és l'estudi de la funció dels instruments prehistòrics basant-se en les traces d'ús que conserven després de la seva utilització (Semenov 1981). L'anàlisi funcional desenvolupa un paper central en el progrés científic de l'arqueologia i els seus resultats permeten solucionar problemàtiques arqueològiques i històriques determinades (Risch 2002), sempre i quan superi un nivell estrictament descriptiu (molts autors s'han lamentat al respecte, veure per exemple Vila 2000).

L'anàlisi funcional és el mètode d'estudi més objectiu per acostar-se als diferents processos de treball i de consum a través de la materialitat social. El material arqueològic, ja sigui per la seva situació, forma o composició, conté també informació sobre la societat que l'ha produït i/o consumit (Clemente 1995). Només si es manté aquesta línia de treball, l'anàlisi funcional pot arribar a desenvolupar un paper paradigmàtic en l'arqueologia del segle XXI (Risch et al. 2002). L'anàlisi i la reflexió al voltant de l'objecte d'estudi (materialitat social) apareixen com a elements claus per tal de poder solucionar les problemàtiques arqueològiques que ens plantejem, per sobre d'altres aspectes com ara la tècnica utilitzada.

Des d'un punt de vista arqueològic, totes les restes arqueològiques poden ser estudiades des de dues perspectives: com a matèria treballada (objecte produït), i com a objecte utilitzat i consumit (bé de consum) i, per tant, és susceptible d'aportar informació sobre la organització tècnica i les relacions socials tant de la producció com del consum (Clemente 1997; Risch et al. 2002). Aquest caràcter doble de gran part dels objectes arqueològics permet abordar qüestions històriques crucials, com ara les formes de producció, el nivell de productivitat i riquesa aconseguida per una societat, divisió del treball o el desenvolupament de la desigualtat social. Trobar resposta a totes aquestes preguntes mitjançant l'anàlisi funcional de les restes arqueològiques requereix la identificació de totes les

traces de producció i ús presents en el material arqueològic, així com la diferenciació entre les diferents traces de producció (obtenció, fabricació, manteniment) i d'ús/consum i desgast.

El corpus de treballs desenvolupats en relació a les traces tecnològiques i d'ús de la fusta al voltant d'altres materials més enllà dels materials lítics és escàs (Gibaja & Clemente 2009), més encara en el nostre país. Això és una limitació de cara a l'adequació de principis generals, i de concepció de la fenomenologia, per a l'anàlisi de les traces d'ús d'altres materials com poden ser les restes de fauna o fins i tot matèria orgànica (fibres vegetals, fusta, fruits,...). Tot i això, els primers exemples d'aquest tipus d'estudis els podem trobar a finals dels anys 90 tant a Europa com a la Península (Sands 1997; Lull et al. 1999).

El problema principal que presenta l'anàlisi traceològica aplicada a la matèria orgànica en general i, més concretament, a la fusta, és intrínsec en la seva naturalesa. La seva ràpida degradació fa que no sigui possible la seva preservació en la majoria de jaciments i en cas que s'hagi preservat la seva superfície pot estar degradada i alterada emmascarant les traces tecnològiques i funcionals. A més, és una matèria tova, i per tant més vulnerable a tot tipus de traces de producció (fabricació, manteniment, ús i desgast) i especialment a les alteracions tafonòmiques. Això la converteix en un material difícilment estudiable en aquest sentit.

La importància que representa l'anàlisi de traces per a l'estudi dels processos de producció de les societats passades i el fet que, fins al moment, aquest no s'hagi pogut desenvolupar de manera sistemàtica en les eines de fusta d'un jaciment tant important per a la comprensió del neolític al NE de la Península Ibèrica i d'Europa en general com és la Draga, representa un gran buit de coneixement. Si bé és cert que en el transcurs de campanyes anteriors s'han enregistrat els trets morfomètrics i s'han descrit moltes de les traces observades de forma verdaderament detallada i acurada (Piqué 2000a; Bosch et al. 2006b), no s'ha dut a terme una anàlisi exhaustiva de les traces tecnològiques i funcionals. Així, en aquest treball ens centrarem en l'anàlisi dels processos d'elaboració i ús dels pals apuntats de la Draga, a través de l'anàlisi de traces. Tal i com s'ha dit anteriorment, l'anàlisi traceològica es desenvolupa en els pals apuntats degut als problemes que implica la seva adscripció funcional (múltiples formes i mides, diferents interpretacions...).

Com a punt d'inici, hem partit de la rèplica experimental dels instruments i traces observades en el material arqueològic. Mitjançant l'experimentació s'han caracteritzat i descrit les diferents traces, tant tecnològiques com funcionals, i els processos de treball concrets que les produeixen. Amb aquest material experimental s'ha confeccionat una base de dades de material comparatiu de referència per a l'anàlisi dels objectes arqueològics (López 2008a; Palomo et al. 2011b).

L'any 1981 apareixia la traducció en castellà del llibre de S. A. Semenov, original de 1954, *Tecnología prehistórica. Estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de uso*. Aquest títol, tot i ser un referent pel que fa al desenvolupament de l'anàlisi de traces arqueològiques, també responia a la necessitat de poder contrastar interpretacions i d'unir experimentació sistemàtica amb l'observació i l'anàlisi. Anys més tard de l'aparició de l'original, J. Sonnenfeld (1962) s'expressava en un sentit molt semblant per a l'arqueologia occidental, tot afirmant la necessitat d'unir experimentació i observació. Des que aquestes publicacions van aparèixer ha passat molt de temps, però molts dels seus principis pel que fa a l'experimentació segueixen sent vigents.

L'experimentació en arqueologia té una llarga trajectòria ja (Ramos et al. 2007; Morgado et al. 2011; Palomo et al. 2013; VV.AA. 2009). Els treballs dedicats a l'experimentació sobre la tecnologia de la fusta prehistòrica s'han desenvolupat sobretot al centre d'Europa, on són més habituals els jaciments amb conservació de matèria orgànica i a on aquests s'han centrat en aspectes arquitectònics principalment. En el nostre país on aquest tipus de conservació és més excepcional, els treballs experimentals en aquesta temàtica s'han centrat sobretot en la tecnologia de la fusta durant el Neolític a partir de la problemàtica del jaciment de la Draga (Palomo et al. 2011b; Palomo 2012; López 2008a; López et al. 2012).

Degut a la naturalesa del seu objecte d'estudi i dels seus procediments científics, la investigació arqueològica no pot desvincular-se de les pràctiques experimentals. Aquestes pràctiques no només afecten a la formulació d'hipòtesis i a la seva contrastació sinó que també als propis mecanismes utilitzats en la seva validació inferencial. Tant és així que gran part del coneixement científic arqueològic ha estat adquirit mitjançant l'experimentació, constituint, generalment, el mètode més important de coneixement empíric o la font principal de coneixement científic (Clemente 1995; Clemente & Terrades 2001).

Tal i com van assentar ja en el seu temps Semenov i Sonnenfeld, l'experimentació es fonamenta en l'observació i mesura d'un fenomen i de les seves propietats, en condicions controlades, i s'utilitza per contrastar diferents hipòtesis que serveixen per validar o refutar una teoria. Així, l'experiment acaba sent aquella activitat realitzada per poder obtenir uns coneixements científics i per poder descobrir les lleis objectives que influeixen en el procés o l'objecte estudiat.

Per altra banda, l'experimentació també és l'únic camí per elaborar una base comparativa per tal de poder contrastar hipòtesis (Gibaja 1993; Clemente 1995). Serà a través d'aquesta base comparativa que podrem reconèixer les traces que es formen sobre els objectes arqueològics, tenint en compte les diferents variables o factors que han intervingut en la seva formació.

La principal hipòtesi d'ús d'aquestes eines és la de "pals cavadors", principalment per a preparar el sòl per a la seva sembra posterior, però també per excavar i fins i tot per a usar-se com a pic. Per tal de poder contrastar o refutar amb més precisió les hipòtesis tecnològiques i les categories funcionals donades a partir de l'etnografia o per paral·lels, de "pals cavadors" i "pals apuntats" de la Draga, hem iniciat un programa experimental.

En relació al procés d'elaboració l'objectiu ha estat comprendre com s'han fet els artefactes, concretament: 1) Contrastar el procés tècnic de treball de la fusta que havíem inferit a partir del material arqueològic, o analogies etnogràfiques i arqueològiques, 2) Aconseguir un bon registre i una bona col·lecció de referència de traces tecnològiques sobre la superfície de fusta, 3) Elaboració del material experimental que serà utilitzat en futures experimentacions. (Palomo et al. 2011b)

Pel que fa a la utilització dels pals apuntats, els objectius que es perseguen eren (Palomo et al. 2011b; Prats et al. 2013): adquirir una bona col·lecció de referència de traces d'ús de remoure la terra i contrastar les hipòtesis d'ús inferides a partir de paral·lels etnogràfics i arqueològics (Blench 2006; Cooke 2005; Fagan & Van Noten 1966; Koda 1993; Nilles 1953; Nuggent 2006; Steensberg 1980; Tyldesley & Bahn 1983), o a partir d'actualismes. És per això, i per tal d'aconseguir una col·lecció de referència el més àmplia possible, que els diferents pals apuntats fabricats s'han utilitzat en matrius sedimentàries de dureses diferents: tova, mitjana i compacta.



Figura 21 - Utilització de *pals cavadors* en una representació dels aborígens australians (esquerra), d'indígenes americans (centre) i en una fotografia d'aborígens de Nova Guinea (dreta).

2.2.6.2.1 - Plantejament de l'experimentació dels processos de producció

Aquesta experimentació va tenir diferents objectius: 1) Contrastar el procés tècnic de treball de la fusta que havíem inferit a partir del material arqueològic, o analogies etnogràfiques i/o arqueològiques, 2) Aconseguir una bon registre i una bona col·lecció de referència de traces tecnològiques sobre la superfície de fusta, 3) Elaboració del material experimental que serà utilitzat en futures experimentacions. L'elaboració d'aquests pals apuntats experimentals ha estat la base de tot el treball experimental i d'anàlisi traceològica que s'ha desenvolupat per a aquest treball.

A través de l'estudi morfològic i anatòmic dels materials a estudiar (Bosch et al. 2006b) es va arribar a determinar unes característiques estàndard de pals apuntats, tant pel que fa a mides, formes, com a la matèria primera i part de l'arbre aprofitada. La tipologia de pal apuntat que es va reproduir va ser un pal bipuntat (punta/bisell), d'entre 50 i 80cms de llarg, de fusta de boix (*Buxus sempervirens*), aprofitant $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ de la secció original del tronc (el tipus més característic de la Draga). Amb aquestes característiques s'han elaborat fins a 12 pals bipuntats diferents. Un dels pals experimentals va ser elaborat amb una osca en el seu cos central, de la mateixa manera que observem en alguns dels pals bipuntats que trobem en el jaciment.

Per tal de poder contrastar les nostres hipòtesis tecnològiques, així com per poder obtenir una bona col·lecció de referència de traces, el procés d'elaboració dels pals apuntats experimentals es va fer utilitzant els mateixos instruments que podem trobar en el jaciment (cunyes de fusta, aixes de corniana, ascles de sílex, percutors de boix).

Cada un dels 12 pals bipuntats elaborats durant aquesta experimentació es van utilitzar en un únic tipus de sediment.

2.2.6.2.2 - Plantejament de les experimentacions d'ús dels pals apuntats

Es van organitzar fins a tres jornades de treball experimental amb l'objectiu de contrastar les hipòtesis d'ús proposades a partir de paral·lels etnogràfics i arqueològics, i d'aconseguir una col·lecció de referència de traces d'ús el més amplia possible.

La primera de les jornades experimentals es va realitzar dintre del projecte d'investigació de la Draga. Vam organitzar una jornada experimental al voltant del procés de sembra del cereal. Amb aquest objectiu es van dur a terme un seguit d'experimentacions al voltant de la preparació del sòl per a la sembra en el Parc Arqueològic de la Draga. El sòl on es va treballar és una matriu sedimentària de duresa mitjana, amb sediments aportats a partir dels anys 90.

La preparació del terreny es va realitzar amb 8 dels pals bipuntats elaborats en l'anterior experimentació tecnològica: Pal Experimental 01, Pal Experimental 02, Pal Experimental 03, Pal Experimental 04, Pal Experimental 05, Pal Experimental 06, Pal Experimental 07 i Pal Experimental 08.

Una segona experimentació es va dur a terme al Camp d'Experimentació Protohistòrica de Verdú. Concretament vam utilitzar els pals experimentals com a part d'una experimentació més àmplia que pretenia replicar la construcció de diferents sitges amb diferents objectes, incloent els pals apuntats de fusta de boix. Aquesta construcció de sitges es va realitzar en els actuals terrenys del Camp d'Experimentació, formats per una matriu sedimentària molt compacta. Els pals apuntats que vam utilitzar durant aquesta experimentació van ser: Pal Estinclells 01 i Pal Estinclells 02.

Per tal de complementar aquests treballs es va voler complementar l'experimentació amb el treball sobre sediment tou: torba o un sediment el més semblant possible al d'un terreny inundable com el que es podia trobar als voltants de l'estany i del jaciment fa 7000 anys. L'experimentació es va dur a terme al Parc Arqueològic de la Draga. En aquest cas es van utilitzar els pals experimentals: Pal Experimental 10 i Pal Experimental 11.

2.2.6.2.3- Metodologia d'estudi dels materials experimentals

La metodologia utilitzada per a l'estudi de les traces tecnològiques i funcionals que presentem en aquest treball és el resultat d'un llarg procés d'experimentació amb diverses tècniques de registre: motlles de silicona, guix i resina, i l'escaneig 3D de les peces. Part d'aquesta recerca va formar part del Treball de Màster de l'autor (López 2008a). En els següents apartats presentem la metodologia final desenvolupada, la qual ha proporcionat els millors resultats per a l'estudi de traces en eines de fusta.

2.2.6.2.3.1- Digitalització i generació de models 3D

Amb l'objectiu d'analitzar les traces tecnològiques i funcionals en la superfície de les eines de fusta hem treballat a través de models digitals obtinguts mitjançant sistemes d'adquisició de dades 3D. Aquesta és una eina relativament nova pel que fa a la seva aplicació en el món de l'arqueologia, però que ja està mostrant les seves avantatges. L'anàlisi traceològica mitjançant models digitals és, per tant, un sistema d'anàlisi innovador i exploratori.

Pel que fa referència a l'estudi de materials llenyosos orgànics, el seu punt fort principal és que permet realitzar l'anàlisi traceològica i/o morfològica sense influir en la degradació dels materials arqueològics i obtenir un arxiu digital d'alta precisió. El temps necessari per a la captura de dades

mitjançant l'escàner 3D sempre és menor que el temps que s'hauria d'invertir en registrar les dades necessàries de forma manual. Per tant, mitjançant aquest sistema es millora en termes de preservació i conservació de la matèria orgànica. Aquesta ha estat la principal raó que ens ha portat a desenvolupar l'anàlisi traceològica de les eines de fusta de la Draga a través de models digitals.

La digitalització i generació de models 3D és una tècnica que actualment trobem en una clara expansió pel que fa al nombre i qualitat de treballs publicats (Addison et al. 2013; Graeme et al. 2013; Mingquan et al. 2012; Contreras et al. 2013). A més, es tracta d'una tècnica que s'està aplicant en arqueologia des de no fa gaire temps i que està oferint millores tècniques constants, pel qual les seves possibilitats són cada vegada més variades i més acurades.

Tot i que aquesta tècnica ja es comença a utilitzar de forma recurrent l'anàlisi traceològica i morfològica de diferents tipus de materials (os, materials lítics o ceràmica) (Mointinho 2013; Barceló & Moitinho 2012; Moitinho & Barceló 2012; Moitinho et al. 2013; Evans & Danahue 2008; Clarkson et al. 2006; Borderie et al. 2004; Jeong et al. 2003; Martínez-Carrillo 2011; Rubio et al. 2010; Bretzke & Conard 2012), l'anàlisi de fusta en estat orgànic no ha rebut la mateixa atenció en aquest procés. Si ja són pocs els treballs que se centren en la l'anàlisi traceològica en fusta mitjançant les tècniques tradicionals, encara són menys els estudis on ho trobem mitjançant l'aplicació dels sistemes d'adquisició de dades digitals i, en la seva major part, es tracta de treballs exploratoris (Moitinho 2013; Hanke et al. 2008; Lobb et al. 2010). El desenvolupament d'aquest treball és, per tant, una oportunitat excel·lent per comprovar la fiabilitat i les possibilitats que ens ofereixen els models digitals tridimensionals per desenvolupar anàlisis morfològiques i tecnofuncionals de la fusta.

Recentment en el marc d'alguns dels projectes de recerca en els quals s'engloba el nostre treball¹, la Dra. Moitinho ha desenvolupat una Tesis Doctoral en relació al desenvolupament de l'anàlisi morfològica i funcional d'objectes arqueològics a través de models digitals: *Towards Functional Analysis of Archaeological Objects through Reverse Engineering Processes*. En alguns aspectes sobre el procés d'adquisició de dades i de generació dels models digitals els dos treballs coincideixen, pel qual l'esquema seguit per Moitinho (2013) ens és una excel·lent referència per tal de poder explicar el nostre procés de digitalització i de generació de models digitals.

El procés de generació de models digitals pot variar lleugerament depenent dels objectius pels quals aquests models han sigut creats. Però en general aquest procés ha de seguir una sèrie de passos més enllà de les qüestions arqueològiques. El procés de generació de models 3D que hem aplicat és el següent (Moitinho 2013):

- 1) Tria del sistema d'adquisició de dades digitals 3D apropiat a les necessitats dels materials a treballar, i a les qüestions que es volen resoldre.
- 2) Preparació de l'espai i materials de treball: les possibilitats i prestacions d'adquisició de dades dels escàners 3D depèn en el mateix grau tant de l'estat en que trobem el material a digitalitzar, com de les condicions ambientals on es troba aquest material a escanejar. L'optimització del treball de l'escàner pot variar de forma notable depenent d'aquestes dues variables.

¹ AGREST (UAB, IMF.CSIC), "Arqueologia de la Gestió dels Recursos Socials i el Territori", (2009SGR734), i "Ocupaciones lacustres y gestión de recursos en las primeras sociedades agrícola-ganaderas del NE peninsular: Tecnología de las producciones materiales y usos instrumentales. Estrategias agroforestales y ganaderas" (HAR2009-13494-C01 i C02, subprograma HIST)

- 3) Adquisició de dades digitals: captura de les coordenades 3D en forma de núvol de punts de la superfície de l'objecte escanejat.
- 4) Processat de les dades digitals: processat i tractament del núvol de punts prèviament adquirit.
- 5) Generació del model digital: generació d'una malla definitiva a partir del núvol de punts, prèviament tractat.

Sistema d'adquisició de dades

Tenint en compte que els objectes arqueològics tenen moltes característiques físiques que comprenen un ampli ventall de possibilitats i combinacions (mides, formes, textures, materials, colors,...), no hi ha un sistema d'adquisició de dades digitals adequat per a tot tipus de material. Cada un dels sistemes d'adquisició de dades que ofereix el mercat té un espectre únic de resolució, àrea de captació, precisió i qualitat de dades. Per tant, és important poder escollir aquell sistema (o combinació de sistemes) que s'adeqüi més als materials que hem de treballar i a les preguntes que els volem formular. La utilització d'un sistema d'escaneig tridimensional i d'uns mètodes o tècniques inadequats podria arribar a generar dades digitals no fiables, i conduir-nos a interpretacions errònies (Moitinho 2013).

Per al desenvolupament d'aquest estudi es va capturar tot el corpus de dades digitals dels objectes analitzats, a través d'un sistema d'escaneig de no contacte, de curt abast, actiu i reflectiu, i de llum estructurada. Aquest sistema ens permet adquirir les dades de forma acurada respecte a les necessitats dels nostres materials (adquisició ràpida, no destructiva i sense contacte), així com respecte a les nostres necessitats (adquisició morfològica el més acurada possible). Altres sistemes no invasius i no destructius poden ser utilitzats per a aquesta finalitat, com la fotogrametria, però el nostre objectiu era explorar les possibilitats de l'escàner 3D.

La forma en la qual aquests escàners de llum estructurada funcionen no és la raó d'aquesta tesi i, per tant, no ha centrat les nostres reflexions, però sí que és important conèixer l'origen i naturalesa de les nostres dades. Aquests sistemes funcionen bàsicament a partir dels principis de triangulació espacial; l'escàner projecta sobre la superfície de l'objecte a escanejar un conjunt de diferents patrons de llum de forma periòdica, la deformació d'aquests patrons crea una sèrie de contrastos de llums i ombres reflectides en la superfície, la qual es captura a través de les dues càmeres fixes que, a partir dels principis bàsics de trigonometria, calculen les tres coordenades tridimensionals (x, y, z) de cada punt, tot creant un núvol de punts.

El model d'escàner que vam poder utilitzar per a aquest treball va ser "SmartSCAN3D Duo System" de la casa Breuckmann². Aquest model ve equipat amb tres jocs de sensors òptics diferents (*Field Of Views* – FOV): de 90, 150 i 450mms Cada un d'aquests jocs de sensors respon a unes necessitats específiques: a menor camp de treball, millor resolució, i a major camp de treball, menor precisió de captació. Aquests sensors es poden canviar, sempre i quan, abans de l'adquisició de dades, s'efectui el corresponent procés de calibratge de la càmera, amb la subseqüent projecció dels diferents patrons de llum, ara captats a través dels nous sensors.

² L'aparell en qüestió utilitzat per al desenvolupament d'aquest treball va ser cedit pel Departament d'Antropologia i Arqueologia de la Institució Milà i Fontanals del CSIC.

Preparació dels materials i de l'espai de treball

Tant o més important que l'elecció del sistema d'adquisició de dades és la preparació dels materials a escanejar així com de l'espai on escanejar. Tenint en compte que l'adquisició de dades mitjançant un escàner de llum estructurada depèn en gran part del contrast de llums i ombres reflectit en la superfície de l'objecte a escanejar, s'ha de procurar que l'ambient afavoreixi el màxim possible aquestes condicions. És a dir, pel que fa a l'ambient, s'ha de procurar que:

- 1) L'ambient ha de ser "net": sense humitat ni pols que d'alguna forma reflecteixin o interrompin de forma "artificial" la llum emesa.
- 2) L'ambient ha de ser estable: el procés d'adquisició de dades s'allarga durant uns segons, pel que qualsevol moviment, per petit que sigui, faria que l'adquisició fos incorrecte.
- 3) La llum ambiental ha de ser també estable: tenint en compte que el contrast és bàsic per a la captació de dades, canvis d'intensitat en la llum ambiental donarien una falsa impressió d'irregularitats en la superfície de l'objecte a escanejar.
- 4) La llum ambiental ha de ser el menor possible: a menor quantitat de llum ambiental, major serà el contrast de la llum emesa pel projector de l'escàner i, per tant, més acurada l'adquisició de dades.

Per a l'escaneig de materials presentats en aquest treball s'ha procurat seguir aquests quatre punts de forma estricta i escrupolosa. S'ha realitzat sempre en espais interiors controlats, sense llum exterior per tal de que el treball es pogués desenvolupar de forma adequada. L'escaneig dels materials experimentals s'ha desenvolupat a les instal·lacions de la Institució Milà i Fontanals del CSIC (IMF-CSIC), mentre que el dels materials arqueològics s'ha treballat en diferents espais cedits pel Museu Arqueològic Comarcal de Banyoles (MACB) a l'interior de les seves instal·lacions.

Pel que fa a la preparació prèvia del material escanejat, la principal precaució que s'ha tingut en compte és la d'eliminar o minimitzar les seves superfícies brillants o reflectants. Totes aquelles superfícies que d'alguna forma o altra (ja sigui degut a la naturalesa del material o a l'existència d'alguna patina sobre la superfície) reflecteixin la llum emesa a través de l'escàner, crearan dades errònies, o, simplement, no seran captades.

Adquisició de dades 3D

Aquest pas consisteix en capturar el núvol de punts, és a dir, les coordenades 3D (x, y, z), de cada punt de la geometria de la superfície de l'objecte. Hi ha diferents factors que poden dificultar l'adquisició d'aquesta informació: condicionants com ara la mida de l'objecte a escanejar, la textura i la microtopografia de la superfície de l'objecte en qüestió o, com ja hem dit, l'opacitat o la reflectivitat d'aquesta superfície. Depenent d'aquests factors serà necessari un major o menor nombre de captures per aconseguir un bon corpus de dades, mentre que la qualitat i fiabilitat d'aquestes dades podria variar en gran part. És per això que, tenint en compte les qualitats de l'objecte a escanejar caldrà configurar les opcions d'adquisició de dades a nivell de hardware-software.

Durant el procés d'adquisició de dades s'ha de procurar realitzar diferents escanejos des de diferents punts de vista, tant per poder captar totes les cares de l'objecte a estudiar, com per poder "salvar" les dificultats en forma de microtopografia o de superfícies reflectants que pot presentar l'objecte.

La qualitat de les dades adquirides és més important que la quantitat a l'hora de generar el model digital final. Per aquest motiu, durant el procés d'adquisició de les dades, serà cabdal tenir en compte aspectes com ara: la quantitat de punts que s'han d'encavalcar o sobreposar entre els sectors escanejats per poder procedir un bon alineament posterior o la minimització de dades poc fiables o "soroll".

Per a l'adquisició de dades 3D es va utilitzar el software que el mateix fabricant del hardware (escàner) havia dissenyat especialment per a aquesta funció: "Optocat 2009R1 v.8.00.28-1520, x64 Bit", també de la casa Breukmann.

Processat de les dades digitals i generació del model final

Un cop finalitzada l'adquisició de dades amb l'escàner és necessari processar les dades brutes per tal d'obtenir un conjunt de dades fiables per generar el model final. Aquest és un procés que requereix treball manual combinat amb fases semi-automàtiques de treball amb l'ordinador. Tot i treballar amb processadors potents, la quantitat de dades que es pot arribar a processar amb l'escaneig de grans objectes o amb reproduccions de molta qualitat pot fer que aquesta fase sigui lenta i difícil.

Els diferents passos en els que podem dividir aquest processat de dades digitals és el següent (Moitinho 2013):

- 1) Neteja de dades: esborrar de les malles tots aquells punts o dades errònies o estranyes que, en tot cas, considerem poc fiables.
- 2) Aliniament dels núvols de punts: un cop s'ha adquirit un corpus d'escanejos fiable i que compregui la totalitat de la superfície a estudiar, aquests escanejos s'han d'anar encadenant en un mateix sistema de referència. Aquest procés es realitza de forma manual mitjançant el mateix software que s'ha utilitzat per a la captura de dades.
- 3) Unió dels escanejos: és el procés d'unió de tots els núvols de punts prèviament aliniats, en un únic conjunt de dades. Aquest és un procés semi-automàtic, realitzat de forma automàtica mitjançant el programa informàtic. Tot i això, el resultat final d'aquest procés dependrà, en gran part, de les opcions que haguem triat prèviament a l'hora de configurar aquest pas. Aquest procés elimina les àrees i vèrtexs superposats i optimitza l'estructura de dades.
- 4) Generació de la malla poligonal: aquest també és un procés semi-automàtic, des del punt de vista que es realitza de forma automàtica mitjançant el programa informàtic. No obstant és necessari definir i introduir els paràmetres de base. La qualitat i fiabilitat d'aquesta malla poligonal generada dependrà tant d'aquests paràmetres, com dels passos previs. Un cop s'ha generat aquesta malla pot ser exportada en el format que més ens convingui.

Un cop finalitzat aquest procés cal tenir present un aspecte cabdal: la malla poligonal generada, tot i ser el més acurada possible, mai serà igual que l'objecte escanejat. És a dir, cal ser conscients que en el pas que va de les dades 3D adquirides a la malla poligonal a través de diferents processos

automàtics o semi-automàtics (reducció del soroll, submostratge, poliment d'irregularitats i d'altres filtres, tapat de forats, compressió o eliminació de malles superposades) és provable que s'hagin produït alguns canvis geomètrics, o que s'hagin ocultat, distorsionat o eliminat algunes dades. Tenint en compte que cada pas del procés depèn de les dades obtingudes a través del pas previ, i que determinarà en gran part els següents, cal ser molt curós amb els paràmetres que es triaran per a aquests processos automàtics. La qualitat final del model digital 3D pot ser analitzat tot utilitzant eines estadístiques que comparen les dades brutes amb el model final. Aquestes eines també estan incloses en el mateix software de tractament de dades.

El processat de les dades s'ha realitzat amb del software que acompanya sistema d'escaneig: "Rapidform XO Scan 2010" de la casa "3D Systems".

Anàlisi dels models 3D

L'anàlisi tecnofuncional dels models 3D, a través de les traces observades en la seva superfície, s'ha fet seguint els principis clàssics de la traceologia, encara que aprofitant al màxim les possibilitats que ens ofereixen els models digitals. No s'ha aplicat cap canvi pel que fa a la metodologia d'observació i d'anàlisi aplicada, però sí que hi ha hagut millores pel que fa a la tècnica amb la qual aquestes observacions i anàlisis s'han realitzat.

L'anàlisi de les traces s'ha centrat bàsicament en la seva caracterització morfològica i mètrica de les diferents característiques a analitzar. És a dir, que per a l'estudi s'han utilitzat tècniques de mesura (longituds, amplades, gruixos, àrees, angles,...) i d'observació de formes i textures (tipus de seccions, visualització des de diferents punts de vista,...).

La millora que ens ofereixen els models digitals respecte a d'altres tècniques és la precisió en les observacions, la rapidesa en el càlcul, la possibilitat de mesurar aspectes irregulars i, fins i tot la possibilitat d'observar certs trets que sense els models digitals seria impossible. Així, els models digitals, a part d'oferir-nos avantatges pel que fa a la conservació dels materials arqueològics, també ens permet realitzar les diferents anàlisis morfològiques i mètriques d'una forma ràpida i eficaç.

El desenvolupament de totes aquests anàlisis és fàcilment realitzable a partir del mateix software que s'ha utilitzat per al processat de les dades brutes obtingudes a partir de l'escaneig. Així que no hi ha hagut problemes pel que fa a la compatibilitat del model obtingut amb les anàlisis que es volen realitzar.

2.2.6.2.4 - Materials arqueològics analitzats a nivell funcional i particularitats metodològiques

L'anàlisi traceològica l'hem centrada en els pals apuntats, un total de 45 eines, 39 corresponents a les campanyes 1995-2005, i 6 a les 2010-2012. D'entre aquestes 45, aquelles que tenien potencial per tal de desenvolupar-hi l'anàlisi traceològica a partir de models tridimensionals han estat 33 de les campanyes 1995-2005. Els 6 pals apuntats de les campanyes 2010-2012, o bé presenten una morfologia molt bàsica, i amb molt poques traces en la seva superfície, o presenten un estat de conservació molt deficient, i un alt grau de fragilitat. Els sis artefactes restants de les campanyes

1995-2005 han estat descartats o bé per no estar disponibles per a l'estudi, o bé per presentar un alt percentatge de la seva superfície carbonitzada, dificultant-ne així la seva anàlisi traceològica i morfològica.

Campanya	nº de pals apuntats	nº de pals apuntats escanejats i analitzats
1995-2005	39	33
2010-2012	6	-
TOTAL	45	33

Figura 22 - Pals apuntats, registrats i analitzats al jaciment de la Draga

L'anàlisi dels materials s'ha dut a terme d'igual forma que amb els materials experimentals, mitjançant l'escaneig 3D de les peces (veure apartat 2.2.6.2.3), tot i que amb algunes particularitats derivades del material d'estudi. El procés d'adquisició de dades de les eines arqueològiques restaurades ha estat especialment problemàtica precisament per la naturalesa i característiques de l'objecte a estudiar. Aquest material arqueològic restaurat presenta moltes de les característiques que dificulten la captació de dades mitjançant un escàner òptic de llum estructurada:

- Material fosc: la restauració mitjançant liofilització i PEG, ha enfosquit els materials, fent que l'adquisició de dades a través del contrast de llum no sigui tant eficient.
- Material amb una microtopografia extremadament complicada: la naturalesa orgànica i extremadament fràgil d'aquests materials i el temps que fa des de la seva restauració, ha fet que moltes d'aquestes eines arqueològiques presentin fractures, aixafaments, esquerdes,... Aquestes condicions creen superfícies irregulars que requereixen un major nombre de captacions a realitzar per tal de tenir tota la superfície de l'objecte representada.
- Material que, en alguns casos, presenta superfícies brillants: la sobreutilització de resines durant la restauració o la utilització de materials adhesius durant la posterior conservació ha deixat, en certes àrees d'algunes de les eines, un aspecte brillant. Això provoca que el nombre de captacions s'hagi d'augmentar i, fins i tot, que aquestes no puguin ser considerades 100% fiables.
- Objectes amb unes mides considerables: l'escaneig al màxim detall d'objectes amb unes dimensions superiors als 40-50cm fa que s'hagi de treballar amb un volum de dades pràcticament inabastable per la majoria de hardwares. En aquests casos s'ha optat per escanejar amb màxima resolució tant sols les parts actives de les eines, adquirint amb una qualitat mitjana o baixa la resta de l'eina.

Tots aquests condicionants han dificultat de forma important el procés d'escaneig de les eines arqueològiques, havent-nos d'adaptar constantment a les condicions que presentava cada una de les peces en qüestió.

2.2.6.3 - Anàlisi espacial

A part de l'estratigrafia, la primera contextualització de l'evidència arqueològica prové de la relació espacial, i els arqueòlegs en depenen en gran part per poder realitzar les seves interpretacions (Banning 2000). L'anàlisi espacial es pot desenvolupar a diferents nivells: des del punt de vista més

ecologista que relaciona el jaciment amb l'entorn, als enfocaments més funcionalistes o arquitectònics d'organització dels espais del jaciment, o dels espais de les mateixes estructures arquitectòniques.

En el nostre cas, l'anàlisi espacial l'hem focalitzat en aquest segon aspecte, ja que en aquest cas ens interessa analitzar els processos de producció i ús o consum dels materials llenyosos que es produeixen en el sí del jaciment arqueològic. El procés de selecció i obtenció, que es realitza més enllà del jaciment, serà analitzat principalment a través de l'anàlisi dendrològica de les fustes (apartat 3.1).

L'anàlisi espacial de les restes arqueològiques és tant antic com al mateixa arqueologia (Kroll & Price 1991; Banning 2000; Robertson et al. 2006). Ja des del s. XIX molts arqueòlegs produeixen mapes de localitzacions d'artefactes per tal de dibuixar fronteres geogràfiques del que entenen com a cultures arqueològiques (Banning 2000). Però serà a partir dels anys 60-70 quan, a través d'altres disciplines com l'etnografia o la sociologia, la reconstrucció de components i processos comença a tenir més importància que l'ordenació crono-cultural, i es comença a desenvolupar l'anàlisi de les distribucions de restes arqueològiques (Ibañez & González 2002). Alguns d'aquests primers exemples són: Leroi-Gourhan i Brézillon 1966, 1972; Binford 1968, 1980; David 1971; Kramer 1979, Flannery 1976; Wahllon 1973, 1974 o Sanders 1979.

Més endavant, de la mà de David Clarke aquests tipus d'anàlisi prenen un caire més científic a través d'aproximacions més quantitatives i l'aplicació de mètodes estadístics (Clarke 1977; Hodder & Orton 1976). A partir dels anys 80 aquest tipus d'aproximacions a l'anàlisi espacial comencen a centrar-se més en aspectes del comportament humà; és un moment on l'anàlisi espacial es comença a centrar en aspectes culturals com ara la ideologia (Hodder 1984; Leone 1986; Miller & Tilley 1984; Shanks & Tilley 1987a, 1987b). Finalment, les noves aproximacions a l'anàlisi espacial vindran precisament de nou des de les disciplines com l'etnografia i la sociologia (Netting et al. 1984; Kent 1990; Blanton 1994; MacEacher et al. 1989).

Per últim, l'aplicació de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG o GIS) és relativament recent. El GIS és una base de dades espacial que permet la manipulació i anàlisi de dades així com la seva visualització (Wheatley & Gillings 2002; Conolly & Lake 2006; Lock & Stancic 1995; Longley et al. 2002; Maschner 1996; Jones 1997; Westcott & Brandon 2000). El GIS no representa un nou enfocament teòric per si mateix, però sí que suposa una millora important a nivell metodològic.

És important assenyalar que la "localització" és una característica dels actes socials, però no és una causa per sí mateixa. La localització espacial i temporal dels actes socials és una conseqüència d'altres actes socials, en d'altres localitzacions, que d'alguna forma els han influït. Per tant, quan trobem una certa regularitat espacial en els materials fruit de l'acció social, podem dir que hi ha cert grau de dependència entre aquestes localitzacions. En definitiva, allò que estem buscant és si allò que va passar en un espai, pot ser la causa d'allò que passa en d'altres espais.

Les associacions espacials dels objectes proporcionen informació sobre la distribució i organització interna de les feines socials: les àrees on es realitzen certes activitats estan definides per agrupacions espacials significatives d'artefactes (Vargas 1990).

La raó principal per a la utilització de l'anàlisi espacial en aquest projecte d'investigació, ha estat localitzar i identificar elements arquitectònics compostos per diferents elements de fusta (parets, teulades, murs, paviments o palissades) que juntament amb l'anàlisi dendrocronològica (apartat 2.2.6.4.7), permetrà realitzar una aproximació als tipus d'hàbitat i la seva distribució en el jaciment neolític de la Draga.

Per realitzar aquesta anàlisi partim del registre topogràfic dels diferents punts que s'han pres a través de l'estació total i de les variables obtingudes a partir de l'estudi dels elements arquitectònics (forma, mides, taxó,...).

Posteriorment, les dades obtingudes al jaciment mitjançant l'estació total són bolcades a l'ordinador per a poder ser analitzades amb un programa de GIS.

2.2.6.4 - Anàlisi dendrològica

L'anàlisi dendrològica és l'estudi de la morfologia dels anells de creixement de la fusta dels vegetals. Aquesta morfologia és un reflex de la història del creixement de la planta (Kaennel & Schweingruber 1995). Durant el creixement del lleny s'hi registren els esdeveniments tant d'origen climàtic, com d'origen mecànic que provoquen alteracions en aquest creixement. Les possibilitats de la dendrologia són múltiples: des de la dendrocronologia, a la paleoclimatologia o la paleoecologia, però nosaltres ens centrarem en la caracterització de les estratègies d'obtenció, processat i consum de la fusta.

Els anells de creixement es formen degut al creixement estacional discontinu dels climes temperats, desèrtics o semideserts: creixement intens a l'inici de la primavera, per aturar-se a principis de l'hivern (Fischesser 2000; Schweingruber 1996). Tot i que la seva estructura anatòmica és diferent, els anells de creixement apareixen tant en el lleny de les angiospermes, com en el de les gimnospermes. Degut al tipus de fustes que ens trobem al jaciment de la Draga, ens centrarem en la primera de les categories.

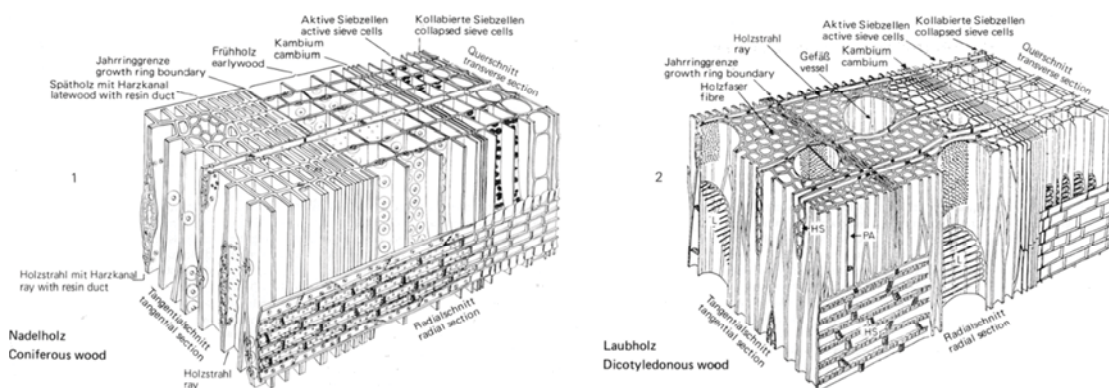


Figura 23 - Estructura anatòmica d'una conífera (esquerra) i d'una dicotiledònia (dreta) (Schweingruber 1978).

Les angiospermes presenten una estructura anatòmica (Figura 23) més complexa que les gimnospermes. És una fusta heterogènia formada principalment per traqueïdes i vasos. Les

dimensions, forma, número, i distribució dels vasos canvia segons l'espècie. En base a la seva distribució al llarg de l'anell de creixement es distingeix entre fusta porosa (en la que els vasos de l'inici del període vegetatiu tenen unes dimensions clarament majors o estan presents en major quantitat que en el lleny final) de les espècies amb fusta semi-porosa o difusa (en les que les mides i distribució dels vasos són més homogènies al llarg del lleny final). En les dicotiledònies poroses les diferències de distribució o mida dels vasos del xilema són degudes a l'època de l'any en que s'han format: els de major mida o la major quantitat creixen en el període favorable, primavera en les latituds temperades, quan la planta ha de transportar molts nutrients (Fischesser 2000). A mida que avança la primavera el càmbium de les fustes poroses elaboren vasos de menor secció i de parets més gruixudes (Fischesser 2000). És així com podem diferenciar entre una fusta primaveral o lleny inicial d'una fusta d'estiu o lleny final: mentre que la primera és porosa, clara i tova, la segona és més densa, dura i fosca (Martín 2012). El cas dels climes tropicals és diferent, on l'estacionalitat està més marcada en funció dels períodes de precipitació, els anells de creixement poden no existir o no tenen perquè ser anuals (Fischesser 2000; Schweingruber 1996). Pel que fa a la distribució dels vasos, aquests es poden presentar de forma aïllada, o bé formant grups radials, bandes tangencials o bandes dendrítiques. El parènquima axial també pot presentar diferents distribucions en el lleny: apotraqueal (independent dels vasos) o paratraqueal (associat als vasos). La medul·la pot ser també un fet distintiu, ja que pot presentar diferents formes a la secció transversal: circular, triangular, estrellada, etc (Schweingruber et al. 2008; Schweingruber 1990). Les perforacions dels vasos també poden ser diferents segons l'espècie, les diferències entre perforacions simples o perforacions seriadades escaleriformes, seriadades reticulades o seriadades efedroides (Esau 1976). A l'interior dels vasos podem trobar una estructura de membranes secundàries per reforçar-los. Aquestes membranes, quan apareixen, poden adoptar diverses disposicions: anular, helicoidal, reticular, escaleriforme o amb puntejades (Mauseth 1988). Finalment els radis, agregats de cèl·lules parenquimàtiques orientades radialment, presenten una gran variabilitat tan pel que fa a l'amplada com la llargada. Aquest és també un tret distintiu que permet diferenciar entre espècies.

La variabilitat de totes aquestes característiques depèn de diversos factors. Per una banda, els que tenen a veure amb les pròpies característiques de l'espècie resultat de la seva història evolutiva i que, per tant, són compartides per tots els individus, aquests permeten classificar les fustes a nivell taxonòmic. Per altra banda les que tenen a veure amb les condicions úniques que determinen el creixement de cada individu i que són la causa de la variabilitat en el si de l'espècie. L'estudi d'aquesta variabilitat és l'objectiu de l'anàlisi dendrològica.

El primer dels factors a tenir en compte és el taxó: cada espècie d'arbre o arbust té unes necessitats i unes possibilitats d'adaptació al medi completament diferent a la resta, la forma en la qual cada una de les espècies produeix fusta i creix no té per què ser similar. El segon factor és la variabilitat entre individus de la mateixa espècie que depèn de variables com ara: temperatura, quantitat d'aigua disponible, quantitat i qualitat de la radiació solar, força del vent, condicions del sòl, perturbacions i agressions tant internes com externes. És a dir, hem de valorar la forma dels anells en relació a les característiques fisiològiques de l'espècie i les de la pròpia història individual de creixement de cada individu.

L'anàlisi dendrològica de les restes de fusta es fa mitjançant l'observació al microscopi dels diferents trets anatòmics segons apareixen en tres plans anatòmics: transversal, longitudinal-tangencial i longitudinal-radial (Figura 24) (Schweingruber 1990, 1978). És necessària l'observació de cada un dels

plans de la fusta. La preparació dels plans anatòmics varia segons l'estat de conservació de la fusta, en el cas de la fusta saturada en aigua es poden obtenir làmines primes, orientades segons aquests plans, amb l'ajut d'una ganiveta ja que la consistència tova de la fusta ho permet. Amb aquest mètode es poden obtenir làmines de petites dimensions, suficients però per la determinació del taxó i observació dels principals trets anatòmics. Es tracta d'un mètode mínimament invasiu que es pot aplicar als artefactes sense destruir-los. També existeixen instruments de precisió (micròtom) que en condicions òptimes permeten l'obtenció de millors làmines i de majors dimensions que faciliten l'observació microscòpica, però les condicions de la fusta orgànica del jaciment de la Draga no és favorable a la utilització d'aquest mètode per extreure làmines, la fusta és massa tova i a més és més destructiu que la ganiveta manual. Per tant, per a la realització dels diferents estudis duts a terme en el cas de la Draga s'ha treballat manualment amb ganivetes.

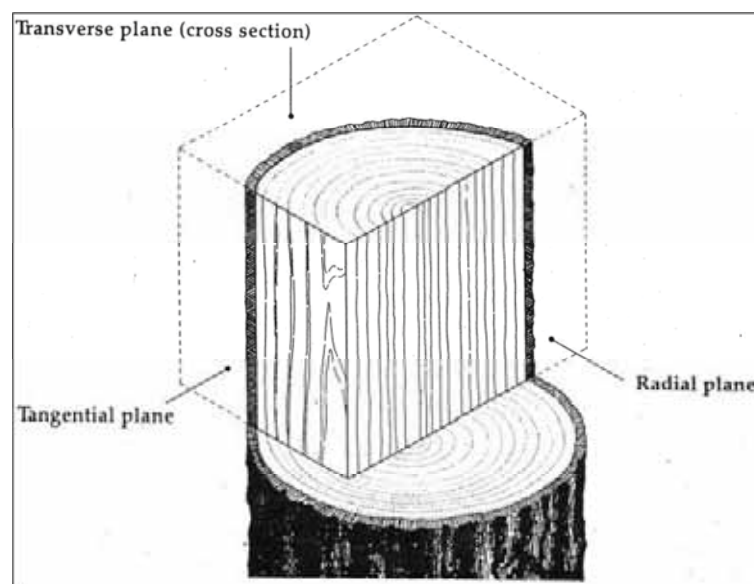


Figura 24 - Ordenació dels tres plans d'observació de l'anatomia de la fusta.

Un cop obtingudes, les làmines són muntades en portaobjectes, conservades amb aigua i, quan ha estat necessari amb glicerina. En alguns casos s'han tractat amb lleixiu diluït per tal de netejar les restes de sediment. Les làmines, posteriorment, han estat observades amb un microscopi òptic de llum transmesa (Olympus BX40) que permet l'observació de les mostres amb objectius de 50, 100, 200 i 500 augments.

Per comptabilitzar anells de creixement i observar altres trets macroscòpics és necessari observar una superfície de fusta més gran que inclogui des de la medul·la fins a l'escorça. En aquests casos, especialment si es treballa amb mostres de grans dimensions, és inviable l'extracció de làmines. El mètode de preparació de les mostres consisteix en aquests casos en obtenir una superfície neta i regular mitjançant una ganiveta. Aquesta superfície pot ser observada a pocs augments amb una lupa binocular.

2.2.6.4.1 - Determinació taxonòmica

Per a la determinació taxonòmica de les restes de fusta, ens basem en l'estudi de l'estructura anatòmica del tronc, tenint en compte que, com hem dit, la fusta de cada espècie està sempre constituïda pels mateixos tipus de cèl·lules però associades de forma diferent (Fischesser 2000). Les característiques observades en les mostres arqueològiques es comparen amb mostres de referència actuals, ja siguin a través d'atles especialitzats (Schweingruber 1978, 1990; Schweingruber et al. 2008; Schoch et al. 2004; Hather 2000; Gale & Cutler 2000; García et al. 2003; Jacquot 1955; Jacquot et al. 1973), o de col·leccions de referència (com la del Laboratori d'Arqueobotànica de la UAB).

Cal senyalar que la identificació dels taxons arboris i/o arbustius no sempre és totalment precisa. En alguns casos, la identificació tant sols es pot realitzar a nivell de famílies o d'espècies degut a diferents factors (Martín 2012):

- En alguns casos (Rosaceae/Maloideae, Pomoideae,...), la identificació a nivell anatòmic tant sols és possible fins al nivell de família (Schweingruber 1990).
- En d'altres casos, la determinació específica és més complicada degut a la similitud entre espècies del mateix gènere (Schweingruber 1990). Per exemple, un cas que serà habitual en aquest treball és el de les espècies caducifòlies del gènere *Quercus*, on la distinció no pot ser realitzada en base a l'anatomia (Schweingruber 1990).
- La presència d'algunes anomalies en el creixement de la fusta, ja sigui per agressions externes, malalties, condicions no adequades per al creixement,... pot fer difícil o fins i tot impossible la identificació d'alguns individus (Schweingruber 1996).

Un cop s'ha realitzat la identificació taxonòmica, les convencions adoptades per a la denominació dels taxons són les següents (Martín 2012):

- Els noms de gènere o espècie apareixen en cursiva: per exemple, *Corylus avellana*, *Laurus nobilis*,... Quan la identificació es restringeix a dos gèneres o espècies sense poder concretar, aquestes se separen amb una barra: per exemple *Salix/Populus*.
- Quan la identificació es limita a família s'adopta aquest terme: per exemple Pomoideae. Quan la identificació es restringeix a dues famílies sense poder concretar, aquestes se separen amb una barra: per exemple Rosaceae/Maloideae.
- Quan totes les característiques apunten a un taxó, però no es pot assegurar la identificació al 100% de forma objectiva, s'utilitza *cf.* abans del nom del taxó: per exemple *cf. Quercus* sp. caducifoli.

Totes les restes de fusta de la Draga estudiades han estat determinades a nivell taxonòmic.

2.2.6.4.2 - Determinació de l'edat mínima dels individus

Els anells de creixement són aquella porció de fusta de la tija, branca o tronc de la planta que s'ha creat durant el període d'un any (Roberts 1998). Generalment es distingeixen per un canvi en les característiques morfològiques dels elements microscòpics de la fusta. Tal i com hem dit, a l'inici de la temporada (primavera a les zones temperades) apareix una fusta més porosa i de creixement més

ràpid que s'anomena lleny o fusta inicial, que posteriorment dona lloc a una fusta més densa i de creixement més lent anomenada lleny o fusta final.

Aquests canvis, en molts casos, fins i tot poden observar-se a simple vista. El recompte dels anells de creixement de la fusta es fa a partir del pla transversal, ja sigui mitjançant les làmines primes en el cas dels elements de petites dimensions o a partir de les superfícies preparades a aquest efecte per a les fustes de més dimensions.

El comptatge d'anells es va realitzar en tots els elements de fusta on es va desenvolupar l'anàlisi dendrològica: fustes informes i elements arquitectòniques. La zona de l'arbre més adequada per al comptatge d'anells és la zona més pròxima a la base de l'arbre, corresponent a la fusta de més edat (Morgan 1988). En el cas de la Draga no sempre ha estat possible determinar aquesta part de l'arbre. En els casos que no s'ha pogut determinar l'orientació de la fusta, s'ha mostregjat la part més àmplia de la fusta estudiada.

2.2.6.4.3 - Determinació de l'estació de talla

Un cop hem determinat el nombre d'anells presents en la fusta estudiada, a partir de l'observació de l'últim dels anells podem identificar el moment en que la fusta va aturar el seu creixement. La identificació del moment de talla o obtenció, tant sols es pot realitzar en aquelles fustes on es conservi l'escorça, o es tingui la certesa que es conserva l'últim anell de creixement (Carrión 2007; Marguerie & Hunot 2007). Ens aporta informació sobre el marc temporal de les activitats de recol·lecció o tala de la fusta (Favre & Jacomet 1998; Eckstein 2007). Els períodes de tala tradicionals han estat durant l'hivern, ja que hi ha menys saba en el lleny, cosa que en millora la conservació un cop talat (Martín 2012).

A partir de l'observació microscòpica de l'anatomia hem pogut identificar quatre moments en la formació i creixement d'un anell, i la distribució del lleny inicial o *Early Wood* (EW) i del lleny final o *Late Wood* (LW): inici de la creació del EW, transició entre el EW i el LW, creixement del LW, final del creixement del LW. Aquesta és una característica especialment fàcil de detectar en dicotiledònies de fusta porosa i coníferes. Però que presenta més dificultats per a dicotiledònies semi-poroses o difoses.

2.2.6.4.4 - Determinació de la situació en el tronc original

Un altre dels aspectes pels quals hem utilitzat l'anàlisi anatòmica de la fusta ha estat l'ordenació i situació dels elements de fusta en els troncs o branques dels quals procedien. A través de l'observació de diferents característiques anatòmiques: curvatures dels anells, presència d'escorça, situació i direcció de les branques és possible identificar la part anatòmica utilitzada. Aquestes característiques poden ser observades en molts casos a simple vista. Aquesta categoria s'usa en antracologia per tal d'identificar quin tipus d'aprovisionament de llenya s'ha fet (Celma 2009; Martín

2012; Caruso 2012), però en el nostre cas l'utilitzarem per identificar la situació en el tronc original d'eines, fustes arquitectòniques i restes de talla o residus.

2.2.6.4.5 - Determinació del diàmetre del tronc original

Continuant amb l'estudi de les estratègies d'obtenció de la fusta, una de les característiques que observarem és la del diàmetre mínim del tronc del qual procedia cada fragment de fusta estudiat. En el cas dels elements que conserven escorça i medul·la el diàmetre pot ser mesurat de manera directa. Els fragments es mesuren mitjançant la utilització de plantilles (Figura 25), en base a la curvatura dels anells de creixement (Carrión 2007; Marguerie & Hunot 2007). Aquest mètode està basat en una estructura ideal del tronc, és a dir, amb anells totalment simètrics, cosa que sovint no passa en la realitat. Així que aquesta és una mesura aproximada.

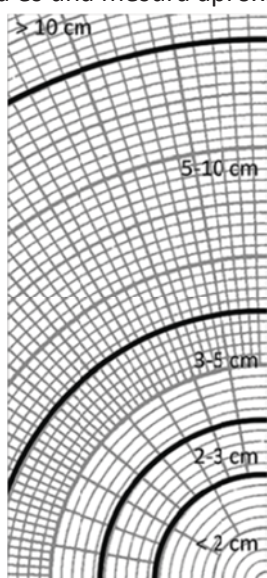


Figura 25 - Plantilla per a mesurar els diàmetres mínims (Heiss & Thanheisser 2008).

2.2.6.4.6 - Alteracions de l'anatomia

La presència d'alteracions en l'anatomia de la fusta o la seva absència poden ajudar a caracteritzar el tipus de fusta emprada i aportar així dades sobre les estratègies d'aprofitament d'aquest recurs. La identificació i determinació de les patologies dendrològiques parteix de materials de referència actuals publicats (Schweingruber 1996, 2001). Aquestes alteracions poden ser observades en els tres plans anatòmics de la fusta al mateix temps que es fa l'observació de les làmines primes.

L'origen de les alteracions que poden aparèixer en la fusta són moltes i molt variades, però les podem diferenciar en 2 grups principals: les alteracions produïdes durant la vida de la fusta i les que apareixen quan la fusta ja ha mort i el lleny ha aturat el seu creixement. Al mateix temps, dintre de les alteracions de vives en podem distingir entre químiques, biològiques, climàtiques i mecàniques. Pel que fa a les alteracions de la fusta morta, poden ser bàsicament biològiques o químiques (Schweingruber 1996).

A nivell interpretatiu ens interessa analitzar aquestes alteracions com a part de l'estudi dels processos d'obtenció i gestió dels materials llenyosos. L'objectiu de la nostra anàlisi dendrològica no és el d'obtenir una imatge complerta de la paleoecologia i/o paleoclima en que va créixer l'individu. Per desenvolupar la totalitat de la potencialitat de l'anàlisi dendrològica en aquest sentit cal un estudi més profund. El nostre objectiu és obtenir una aproximació al tipus de material de fusta que es va emprar, parant especial atenció a les dinàmiques que hagin pogut afectar tant al seu procés de selecció i obtenció, com al seu ús i consum. A més, també podem obtenir informació dels processos tafonòmics i postdeposicionals que han pogut afectar al jaciment i als seus materials llenyosos.

Així, aquelles alteracions que hem pogut identificar i que han centrat la nostra atenció són les següents:

2.2.6.4.6.1 - Alteracions produïdes durant la vida de la fusta

Aquestes són alteracions produïdes en el lleny, les quals tant es poden deure a causes externes, com a causes internes de la fusta. La naturalesa d'aquest tipus d'alteracions pot ser variada i ja l'hem descrita anteriorment. En tot cas es tracta d'alteracions produïdes mentre la fusta està viva i que, per tant, impliquen algun tipus de reacció en el creixement de l'arbre.

- Canvis en el creixement dels anells:

El patró més habitual d'alteració del ritme de creixement dels anells, està marcat per: uns primers anells estrets que ràpidament es van ampliant amb força fins a arribar molt aviat a una amplada màxima, a partir de la qual es comencen a disminuir de forma exponencial negativa (Schweingruber 1996). Més enllà de les alteracions en el creixement local d'una part concreta del lleny, produït per agressions externes, el canvi de densitats en la creació de nous anells és un indicador de la presència d'algun factor limitador del creixement (Schweingruber 1996). Les causes principals que poden alterar aquest creixement són bàsicament climàtiques o ambientals: temperatura, condicions de llum, condicions del sòl,.... (Schweingruber 1996). També es poden produir en el creixement local d'una part concreta del lleny a causa d'agressions externes.

Hi ha dos factors principals que poden causar una densitat baixa d'anells de creixement: per una banda que es tracti d'una fusta molt jove de l'individu estudiat i que, per tant, es trobi les primeres fases del creixement natural, o bé que les condicions ecològiques han estat propícies per al creixement ràpid d'aquesta espècie (Schweingruber 1996). Per altra banda, una densitat alta d'anells, pot indicar moments d'estrès per múltiples causes com ara estrès hídric, competència per la radiació solar o afectacions d'entomofauna (Schweingruber 1996).

Tenint en compte el ritme de creixement natural de la fusta, considerarem aquesta característica com una anomalia quan hi hagi canvis en la densitat en la formació d'anells de creixement en un mateix individu. És a dir, un mateix individu amb tots els anells de mida semblant no serà considerat com a anòmal.

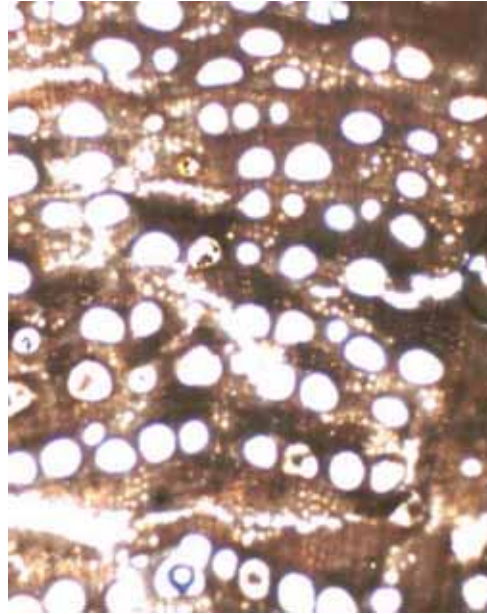


Figura 26 - Canvi de densitat d'anells de creixement en el pla transversal d'un roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga: en la part inferior de la imatge la densitat d'anells és baixa, i aquesta augmenta de forma sobtada.

- Teixit callós:

El teixit callós està format per cèl·lules parenquimàtiques sense forma definida, que creixen en resposta a agressions, principalment a la destrucció del lleny, tant les traqueïdes, com els vasos o radis (Schweingruber 1996, 2001). Aquestes cèl·lules de teixit callós creixen al voltant de l'àrea lesionada. Són cèl·lules de dimensions semblants, tot i que en casos concrets poden ser molt diferents a la resta (Schweingruber 2001).

La forma i posició del teixit callós al xilema pot arribar a proporcionar informació sobre la causa i la intensitat de les lesions que la causat (Schweingruber 1996). Aquesta proliferació de teixit callós no afecta al creixement radial de la fusta, així que la forma de la branca o tronc no varia degut a aquesta anomalia (Schweingruber 2001).



Figura 27 - Presència de teixit callós en el tall transversal d'un roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga.

- Fulles i branques:

Quan la branca o fulla d'un arbre es mor o deixa de créixer, l'arbre passa a tractar-ho com a un cos estrany a l'interior de lleny (Schweingruber 2001). Les reaccions de la fusta a aquest fet són les següents (Gelinsky 1933): 1) Formació de barreres químiques, 2) Creixement

accelerat del lleny al voltant, conjuntament amb un canvi en la direcció de les fibres. Aquest procés li dona forma de protuberància a la fusta.

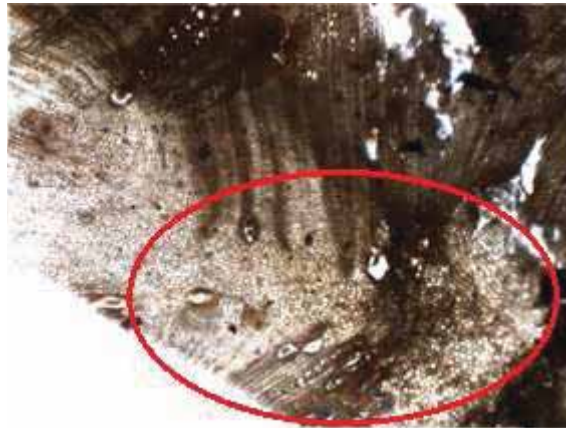


Figura 28 - Tall transversal d'un element de fusta alterat pel creixement d'una branca en un roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga.

- Ferides:

Apareixen degut a alteracions mecàniques en el tronc que fan desaparèixer l'escorça de la fusta (Schweingruber 2001). Davant d'aquestes agressions mecàniques l'arbre produeix substàncies bioquímiques que substitueixen la funció de l'escorça, protegint el lleny de les condicions exteriors (Schweingruber 2001). Allà on apareixen aquestes substàncies s'atura la creació de lleny nou i a mida que la fusta dels voltants va creixent, va cobrint aquestes zones acaben sent assimilades pel tronc (Schweingruber 2001).

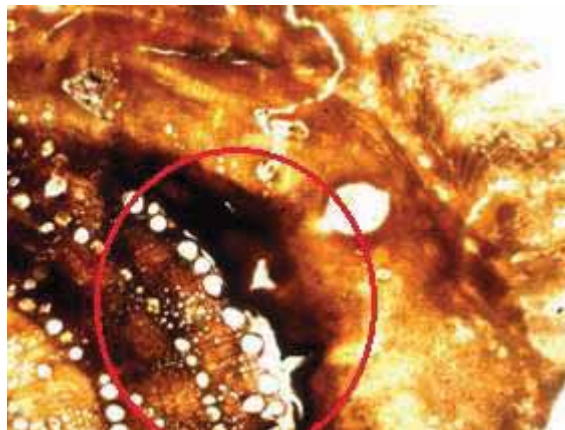


Figura 29 – Tall transversal de roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga, alterat amb una ferida que, amb els temps, ha estat assimilada pel lleny.

- La tilosi és una cèl·lula membranosa que creix en els vasos com a protecció i bloqueig en contra l'atac de microorganismes i patògens (Schweingruber 2001). Es produeixen en les zones mortes del xilema quan hi deixa de circular saba i nutrients (Théry-Parisot 2001; Bonsen & Kucera 1990).

Aquesta membrana pot presentar-se en forma de cristalls, resina o gomes (Zurcher et al. 1985). Davant el mateix tipus d'agressió externa en els vasos de petit diàmetre és més fàcil trobar-hi gomes, mentre que en els vasos més grans s'hi acostumen a veure tilosis (Saitoh et al. 1993).

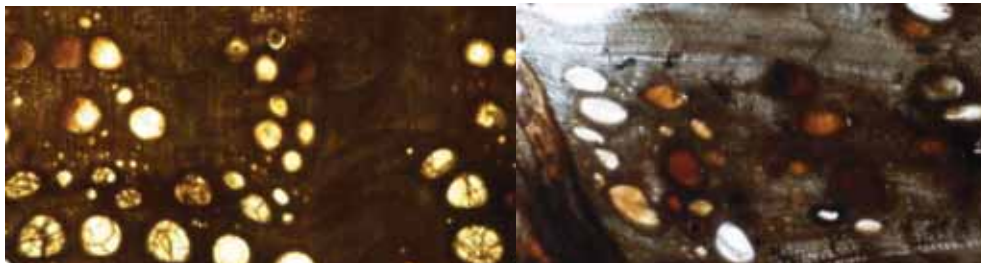


Figura 30 – Presència de tilosi en els vasos de dues mostres de roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga.

2.2.6.4.6.2 - Alteracions postdeposicionals

Són aquelles alteracions que es produeixen quan la fusta ja està morta o fins i tot durant el procés d'incorporació dels materials en el sòl arqueològic. Aquestes alteracions no produeixen reaccions el creixement del lleny.

- Creixement de Monocotiledònies a l'interior de la fusta:
Una de les possibles alteracions que poden aparèixer en els materials llenyosos orgànics és el creixement de Monocotiledònies en el seu interior. Aquesta és una possibilitat que existeix, principalment, en aquells jaciments amarats en aigua (Schweingruber, comunicació oral). Les condicions que presenten aquest tipus de jaciments són idònies per al creixement d'aquestes plantes. Aprofiten debilitats en el lleny de la fusta per créixer a través d'ell. Així, es desenvolupen principalment a través dels vasos, o petites esquerdes o galeries que hi poden trobar (Figura 31).

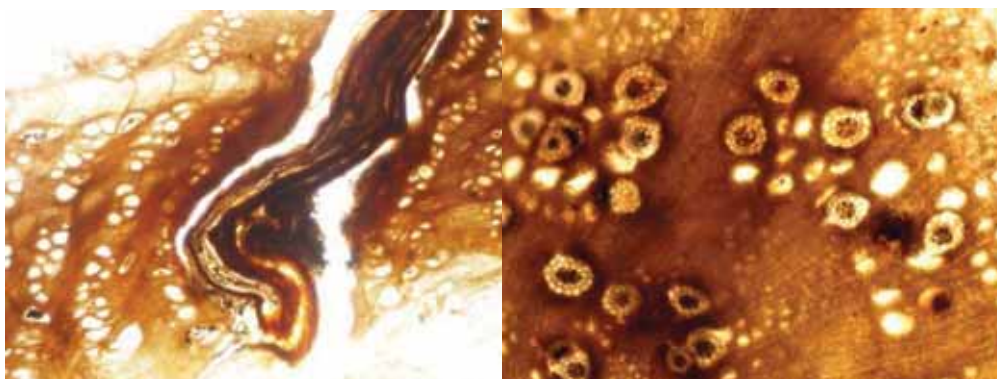


Figura 31 - Monocotiledònia creixent de forma transversal (esquerra) i longitudinal (dreta) en el tall transversal de dues mostres de roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga.

- Anatomia degradada, col·lapse de les cèl·lules:
Els materials llenyosos conservats amarats en aigua tenen una consistència altament fràgil (Blanchette 2010; Kim et al. 1996; Björdal et al. 1999; Björdal & Nilsson 2001; Gelbrich et al.

2008; Hoffmann & Jones 1990; López 2008a). Per a la seva conservació es requereixen unes condicions estables, principalment pel que fa a la humitat. Qualsevol canvi en les condicions ambientals pot conduir a l'alteració i fins i tot destrucció d'aquest tipus de material arqueològic.

Existeixen diversos tipus de processos tafonòmics de caire postdeposicional al jaciment arqueològic de la Draga que podrien haver produït canvis ambientals que han alterat aquest tipus de materials: des de processos d'assecament a processos d'aixafament degut a la pressió sedimentària. Tant en un cas com en l'altre, aquests processos produeixen una reducció de les dimensions del lleny conduint a la destrucció de les característiques anatòmiques. En processos posteriors de disminució de la pressió o de recuperació dels nivells d'humitat, el material arqueològic pot recuperar les seves dimensions originals, però amb l'anatomia alterada o fins i tot destruïda.

- Entomofauna xilòfaga:

La determinació de l'acció d'entomofauna xilòfaga es fa a partir de la identificació dels forats o galeries que deixa la seva activitat (Carrión & Badal 2004; Schweingruber 2001). A partir d'una anàlisi exhaustiva d'aquestes galeries ens podem aproximar als processos de selecció i ús de la fusta (Carrión 2005; Allué 2002). Amb una anàlisi exhaustiva es podria arribar a identificar l'insecte originari i les seves condicions de creixement, a partir del diàmetre de les galeries (Celma 2009).

Aquesta és una alteració que pot aparèixer tant durant el procés de creixement de la fusta, com una vegada extreta del seu entorn. En aquest sentit l'anàlisi de les galeries dels xilòfags ens podria ajudar a distingir la recol·lecció de fusta morta o caiguda, de la recol·lecció de fusta viva o verda (Badal & Carrión 2003; Carrión 2005). La presència d'entomofauna xilòfaga en la fusta tant es pot produir mentre l'arbre és viu o verd, com quan la fusta ja és morta o seca (Schweingruber 2001). Un dels aspectes en els quals ens podem fixar a l'hora de discriminar si la presència dels insectes ha estat durant la vida de l'arbre, o després de la seva mort, és a través de l'aparició de respostes o adaptacions, en forma de canvis en l'anatomia de la fusta al voltant del forat: com ara aparició de lignificació, presència de teixit callós, etc (Figura 32).

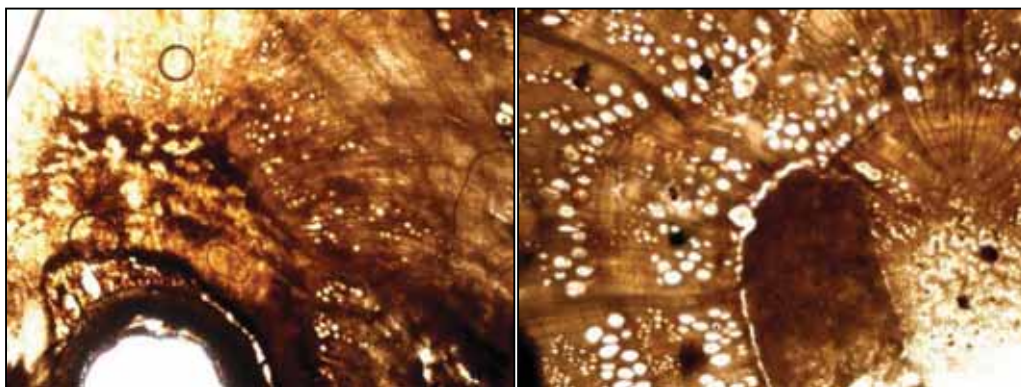


Figura 32 - Galeries produïdes per entomofauna amb reacció del lleny a l'agressió amb modificació de l'anatomia i lignificació posterior (esquerra), i sense reacció de la fusta, posteriorment omplerta amb sediment del jaciment (dreta), en el pla transversal duna mostra de roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga.

- Fongs:

Els canvis en el contingut de l'aigua i en la temperatura poden inhibir o promoure el creixement de microorganismes com els fongs. El creixement d'aquests fongs en la fusta produeix certes reaccions químiques, bioquímiques i biològiques, que afecten als polifenols de la planta formant línies fosques visibles en l'anatomia (Schweingruber 2001).

La determinació de la presència de fongs es fa a través de la identificació de les hifes en forma de filaments foscs (Figura 33). Aquesta alteració és pròpia de la fusta morta o en període de descomposició. Tot i això, algunes espècies de fongs poden arribar a matar individus vius (Gorczynski & Molski 1969). Davant d'aquests tipus d'atacs l'arbre pot desencadenar processos d'autodefensa químics (Dufraisse 2006; Eisner et al. 2002; Schweingruber 1996)

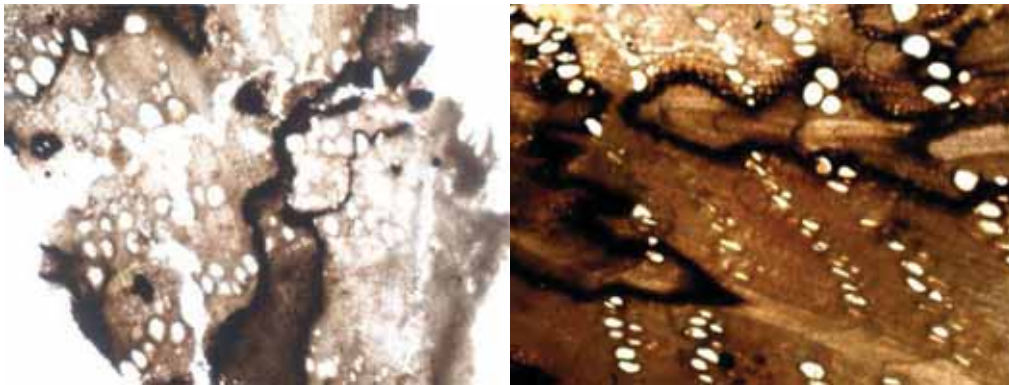


Figura 33 - Dos exemples de hifes o fongs en el pla transversal de dues mostres de roure (*Quercus* sp. caducifoli) arqueològic de la Draga.

2.2.6.4.7 - Dendrocronologia

Una altra part important de l'anàlisi anatòmica i que en un jaciment com el de la Draga no podem passar per alt, és la dendrocronologia. Aquesta és una disciplina que ha patit un desenvolupament molt ràpid des dels primers treballs dedicats a la dendroclimatologia de Bitvinskas (1974) i Fritts (1976), segurament degut al seu enorme potencial en múltiples camps científics. En l'aspecte arqueològic, el principal motor per al seu desenvolupament ha estat la zona alpina i les seves condicions extraordinàries per a la bona i nombrosa conservació de poblats lacustres neolítics i de l'edat del bronze a tota la regió, arribant a produir una gran quantitat i qualitat d'estudis, publicacions i monografies. La importància de la dendrocronologia ha estat cabdal per entendre el desenvolupament del coneixement arqueològic a la regió (Billamboz 1992; Gassmann et al. 2006; Schweingruber 1996).

A l'àrea mediterrània no hi ha seqüències dendrocronològiques de referència que permetin realitzar datacions absolutes. Aquesta circumstància en part és deguda a l'escassetat de contextos favorables a la conservació de fusta, però també per la falta de tradició i per la dificultat intrínseca que impliquen els patrons de creixement diferenciats de les espècies arbòries que hi ha entre la zona alpina i la riba mediterrània. Per aquests motius el jaciment de la Draga no ha pogut ser datat mitjançant aquest mètode.

La dendrocronologia també ofereix la possibilitat de realitzar datacions creuades, és a dir, comparació de les seqüències entre diferents elements de fusta del mateix jaciment. La datació creuada permet resoldre qüestions relatives a les dinàmiques de construcció i ocupació de l'espai (Schweingruber 1987, 1996; Douglass 1941; Phipps 1985; Billamboz 1992, 1996, 2010).

Al jaciment de la Draga els estudis dendrocronològics es desenvolupen a càrrec de Patrick Gassmann (director del Laboratoire de Dendrochronologie del Museu cantonal de Neuchâtel – Suïssa). Un primer avenç dels resultats es pot consultar a la primera publicació monogràfica sobre el jaciment (Gassmann 2000), l'estudi segueix encara en curs amb la incorporació de les noves mostres de fusta recuperades en les darreres excavacions.

2.2.6.5 - Quantificació/anàlisi estadística

L'objecte d'estudi de la arqueologia són les conseqüències materials de la acció social, del treball d'homes i dones. Com a resultat d'aquest treball i de la relació amb d'altres persones es produeixen objectes, es transformem coses... ja sigui de forma conscient o inconscient (Barceló 2007). L'única forma de poder analitzar les relacions de causalitat entre activitats, fenòmens socials, etc., que han generat aquestes conseqüències, és a través de l'estudi estadístic de la variabilitat existent entre aquestes dades arqueològiques (Barceló 2007). És a dir, l'anàlisi estadística ens ajudarà a entendre, definir i descriure les variabilitats observades en el registre arqueològic.

Ens certs casos no podem conèixer el significat concret de cada element arqueològic individual, però sí que podem esbrinar per què hi ha diferències de composició, mida, forma etc., d'un conjunt del mateix tipus de coses. En aquests casos és quan hem de buscar les regularitats o irregularitats, semblances o diferències, continuïtat o variació, de les conseqüències materials de diferents accions socials (Barceló 2007).

Les possibilitats de visualització de les relacions entre el material arqueològic a partir de l'estadística són moltes i molt variades, depenent del tipus de relació que vulguem percebre o del tipus de material que s'està comparant. Per tant, en cada un dels casos on l'estadística ens ha de facilitar la interpretació, els càlculs i la representació visual pot ser molt diferent. Per a l'anàlisi estadística ha estat emprat el programa "PAST" (programa estadístic especialment pensat per a paleontòlegs i de llicència lliure a internet) i les diferents bases de dades o fulls de càlcul dels paquets ofimàtics Microsoft Office o Open Office, que ofereixen aplicacions estadístiques bàsiques.

Les proves estadístiques emprades han tingut per objectiu la descripció de la població analitzada i l'anàlisi de la significació de les diferències observa